

**SECUENCIA DIDACTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE
EXPRESION GENICA CENTRADA EN EL FORTALECIMIENTO DE LA
COMPETENCIA USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO**

Díaz Paternina Lissette Verónica

González Jurado Alex Alberto

Ramos Gélvez Carlos Mario

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DEL NORTE

MAESTRIA EN EDUCACIÓN

BARRANQUILLA

2018

**DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDACTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL
CONCEPTO DE EXPRESION GENICA CENTRADA EN EL FORTALECIMIENTO DE
LA COMPETENCIA USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Educación

Director(a):

Disneyla Isabel Navarro Bolaños

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DEL NORTE

MAESTRIA EN EDUCACION

BARRANQUILLA

2018

DEDICATORIA

A Dios, Santiago, Verónica y Alex,
ustedes son mi motor. Gracias por
hacer parte de mi vida.

Lisette Díaz

Este trabajo va dedicado a todas
aquellas personas que creen en un
mañana mejor, a esas personas
comprometidas con una educación de
calidad y excelencia y que han visto
en la ciencia el camino para la
comprensión y transformación del
mundo.

Carlos Ramos

Dedico este trabajo a Dios, a mi
amada esposa y a mis dos milagros
Santiago y Verónica.

Alex González

AGRADECIMIENTOS

Díaz Paternina Lissette Verónica

A Dios por brindarme esta maravillosa oportunidad de seguir aprendiendo y seguir creciendo como persona y como profesional, a mis hijos Santiago y Verónica por su alegría y su amor, a mi madre y suegros por el apoyo y el ánimo, a mi compañero Carlos por el gran trabajo en equipo que realizamos, a mis estudiantes de 9° grado por su entusiasmo, dedicación y entrega, a mi amado esposo, por ser mi gran compañero en este proceso, por todo su amor y paciencia, al Ministerio de Educación Nacional por brindarme la oportunidad de profesionalizarme y mejorar mi labor, a la Universidad del Norte por entregarme grandes docentes que me permitieron ver desde otra perspectiva mi labor, en especial agradezco a mi Maestra Disneyla por brindarme todos sus conocimientos y guiarme en este proceso.

González Jurado Alex Alberto

Primero que todo quiero agradecer a Dios por sus bendiciones y ser la luz de mi camino, a mi Santi y mi Vero porque a pesar de su corta edad afrontaron este proceso con gran madurez, a mi esposa por ser ese eje fundamental en esta etapa, porque más que ser mi compañera y mi chota, eres mi apoyo y la fuente de mi energía, TE AMO. Agradezco a los entes gubernamentales por permitirme hacer parte de esta hermosa labor de ser docente e influir en el mejoramiento de la educación. A la Universidad del

Norte por poner a mi alcance a un equipo docente cualificado que influyeron en mi labor y en cierto grado en mi vida. A mis compañeros de cohorte por esa alegría con la que se afrontaban los retos del conocimiento, y un agradecimiento especial a mi Maestra Disneyla quien en todo momento me brindó su apoyo y conocimientos enriqueciendo mi labor docente.

Ramos Gélvez Carlos Mario

A Dios, fuente de toda creación e inspiración, a mis padres Carlos Ramos y Emma Gélvez, por siempre creer en mí, a mi hermana Yolibeth por ser timonel de mis decisiones, a mi hermana Taty (Q.E.P.D), eres culpable de que ame tanto mi labor docente, este título es de ella y para ella; a mis amigos directivos y docentes de la IED Madre Marcelina por cada uno de sus aportes, recomendaciones y lecciones, a mis estudiantes del grado noveno 2017, de quienes aprendí más de genética que en cualquier otra fuente.

Por supuesto al Ministerio de Educación Nacional, Secretaría de Educación Distrital, Universidad del Norte por creer en que el futuro de la educación de nuestro país se encuentra en la cualificación docente.

CONTENIDO

1. Autobiografías	12
1.1. Lissette Verónica Díaz Paternina	12
1.2. Alex Alberto González Jurado.....	12
1.3. Carlos Mario Ramos Gélvez	13
2. Autodiagnóstico de la práctica pedagógica y planteamiento del problema ...	15
2.1. Autodiagnóstico Institución Educativa Distrital San Salvador.	15
2.2. Autodiagnóstico Institución Educativa Distrital Madre Marcelina.	20
3. Planteamiento del problema.....	24
4. Justificación	26
5. Objetivos.....	28
5.1. Objetivo general.....	28
5.2. Objetivos Específicos.....	28
6. Marco Teórico.....	29
6.2. Referentes Conceptuales.....	30
6.2.1. Enseñanza para la comprensión.	30
6.2.1.1. El problema de la comprensión.	30
6.2.1.2. Modelo de Enseñanza para la Comprensión.....	32
6.2.1.3. Etapa de Exploración.	36
6.2.1.4. Etapa de investigación guiada.	36
6.2.1.5. Etapa final.....	36
6.3. Marco Referencial.....	43
6.4. Reflexiones Epistemológicas	47
6.5. Reflexiones Pedagógicas.....	48
6.5.1. Enseñanza por transmisión.	48
6.5.2. Enseñanza por descubrimiento.	49
6.5.3. Enseñanza Constructivista	50
6.5.4. Modelos de enseñanza constructivista.	50
6.5.4.1. <i>El modelo de cambio conceptual.</i>	<i>51</i>
6.5.4.2. <i>Modelo de enseñanza como investigación.....</i>	<i>51</i>

6.5.5.	Modelo de los ciclos de aprendizaje de Lawson.	52
6.5.6.	Modelo de autorregulación de los aprendizajes.	52
6.6.1.	Historia.	53
6.6.2.	Modelo científico sobre expresión génica.	54
6.8.1.	Concepciones de los estudiantes referentes a la genética.	56
7.	Propuesta de Innovación	58
7.1.	Contexto de Aplicación	58
7.2.	Planeación de la Innovación	58
7.2.1.	Secuencia didáctica.....	60
7.3.	Evidencias de la aplicación parcial o total de la propuesta de innovación.	66
7.4.	Resultados.....	66
7.4.1.	Institución Educativa Distrital San Salvador.....	68
7.4.1.1.	<i>Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica.</i>	<i>68</i>
7.4.1.1.1.	<i>Progresión de aprendizaje.....</i>	<i>68</i>
7.4.1.1.1.1.	<i>Ideas previas</i>	<i>68</i>
7.4.1.1.1.2.	<i>Obstáculos epistemológicos.</i>	<i>69</i>
7.4.1.1.1.3.	<i>Estándar Básico de Competencia:.....</i>	<i>72</i>
7.4.1.2.	Metodología y Mediación.	73
7.4.1.2.1.	Aportes de las TIC.....	73
7.4.1.2.1.1.	Visualización de conceptos abstractos	73
7.4.1.2.1.2.	Aspecto motivacional.	74
7.4.1.3.	Metodología y Mediación.	76
7.4.1.3.1.	Etapas de la enseñanza para la comprensión.	76
7.4.1.3.1.1.	Exploración, investigación guiada y proyecto final de síntesis. ..	76
7.4.1.3.1.2.	Etapas de Exploración:.....	77
7.4.1.3.1.3.	Etapas de investigación dirigida.	77
7.4.1.3.1.4.	Etapas proyecto final de síntesis:	78
7.4.1.3.2.	Progresión de habilidades	79
7.4.1.3.2.1.	Ejemplificar, Aplicar, Justificar, Comparar, Contextualizar y Generalizar.....	79
7.4.2.	Institución Educativa Madre Marcelina.	80
7.4.2.1.	Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica.	80
7.4.2.1.1.	Progresión de aprendizaje.....	80
7.4.2.1.1.1.	Ideas previas.	80
7.4.2.1.1.2.	Obstáculos Epistemológicos:.....	81
7.4.2.2.1.	Aportes de las TIC.....	91

7.4.2.2.1.1. <i>Visualización de conceptos abstractos.</i>	91
7.4.2.3. Metodología y Mediación.	93
7.4.2.3.1. <i>Etapas de la enseñanza para la comprensión.</i>	93
7.4.2.3.1.1. <i>Exploración.</i>	93
7.4.2.4. Fortalecimiento de la competencia “Uso comprensivo del conocimiento científico”	99
7.4.2.4.1. <i>Progresión de habilidades.</i>	99
7.4.2.4.1.1. <i>Ejemplificar, Aplicar, Justificar, Comparar, Contextualizar y Generalizar.</i>	99
8. Reflexiones sobre la Práctica Pedagógica	101
8.1. Reflexión Díaz Paternina Lissette Verónica	101
8.2. Reflexión González Alex	103
8.3. Reflexión Ramos Carlos	105
9. Conclusiones	107
10. Recomendaciones.	111
11. Bibliografía	113
12. Anexos	124

Lista de Ilustraciones

Gráfico 1 Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño	16
Gráfico 2 Competencias Evaluadas Ciencias Naturales Grado 9 - Año 2012	17
Gráfico 3 Competencias Evaluadas Ciencias Naturales Grado 9 - Año 2014	17
Gráfico 4 Competencias Evaluadas Ciencias Naturales Grado 9 - Año 2016	17
Gráfico 5 Etapa de Proyecto final de síntesis. Escribiendo un ensayo de descripción y explicación del proceso de duplicación I.E.D. Madre Marcelina.....	66
Gráfico 6 Etapa de investigación guiada, explicando el proceso de transcripción y duplicación del ADN mediante el uso de un modelo construido por estudiantes. ..	66
Gráfico 7 Representación de los modelos mentales de los estudiantes acerca de la molécula de ADN	66
Gráfico 8 Evaluación interactiva mediante el uso de la plataforma Kahoot!	66
Gráfico 9 Concepción Alternativa del concepto Expresión Génica	69
Gráfico 10 Concepción Alternativa del concepto Expresión Génica	69
Gráfico 11 Concepción representativa de los estudiantes acerca del concepto Expresión génica tras la implementación de la propuesta.	71
Gráfico 12 Concepción de los estudiantes acerca de cómo se realiza la expresión génica	72
Gráfico 13 Concepción de los estudiantes acerca de cómo se realiza la expresión génica	72
Gráfico 14 Resolución de problemas de transcripción, replicación y traducción del ADN	78
Gráfico 15 Representación icónica de cómo se empaqueta el ADN dentro del núcleo de la célula	78
Gráfico 16 Representación icónica del ADN donde se evidencia el uso de habilidades tales como ejemplificar, aplicar, comparar, contextualizar y generalizar. Caso 2...	79
Gráfico 17 : Representación icónica del ADN donde se evidencia el uso de habilidades tales como ejemplificar, aplicar, comparar, contextualizar y generalizar. Caso 1...	79
Gráfico 18 Dificultades al relacionar los genes con el ADN.....	84
Gráfico 19 Dificultad en la relación de los genes con el ADN	85
Gráfico 20 Evidencia de la relación de la herencia con los genes, sin embargo, en ningún escrito hay mención del papel de los cromosomas en la dinámica de expresión génica	86
Gráfico 21 Evidencia de la relación de la herencia con los genes, sin embargo, en ningún escrito hay mención del papel de los cromosomas en la dinámica de expresión génica	86
Gráfico 22 Asociación de la herencia biológica sólo a los rasgos físicos o fenotipo	88
Gráfico 23 Concepciones alternativas de los estudiantes acerca del concepto expresión génica	89
Gráfico 24 Concepciones alternativas de los estudiantes acerca del concepto expresión	

génica	90
Gráfico 25 Relaciones de los estudiantes frente a conceptos tales como genes, fenotipo, herencia y dominancia	95

Lista de Tablas

Tabla 1. Comparativa de la IED San Salvador vs Entidad Territorial vs País	16
Tabla 2 Comparativa entre los modelos de Perkins y Stone.	37
Tabla 3: Categorías, subcategorías e ítems utilizados para el análisis de los resultados	68

1. Autobiografías

1.1. Lissette Verónica Díaz Paternina

Nací en Cartagena el 11 de octubre de 1981. Soy Licenciada en biología y química de la Universidad del Atlántico. Desde hace 12 años laboro en la Institución Educativa Distrital San Salvador, en el área de ciencias naturales, en los grados de octavo a undécimo en las asignaturas de biología y química.

La necesidad y el deseo de tener la oportunidad de investigar y aprender más sobre mi especialidad, de tal manera que pueda enriquecer mi práctica pedagógica y de esta manera ser parte de la transformación que ayude al mejoramiento de la calidad educativa de mis estudiantes a través de la construcción de aprendizajes más significativos, que les permita tener las herramientas necesarias para que se puedan desenvolver adecuadamente en su entorno, son las razones que me motivaron a realizar la Maestría en Educación.

Mis metas a corto y mediano plazo son culminar exitosamente mi maestría en educación y ser generadora de cambio en mi institución, ser líder en la elaboración de proyectos en ciencias naturales en mi escuela y seguir contribuyendo en el mejoramiento de los desempeños de mis estudiantes en el área de ciencias naturales.

1.2. Alex Alberto González Jurado

Nací en Barranquilla a los 7 días del mes de octubre de 1977, soy egresado del programa de Licenciatura de la universidad del Atlántico especialidad en Biología y Química, estudios que alternaba con el aprendizaje del idioma inglés. Al terminar mis estudios de pregrado, ingresé al Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico para obtener el título de tecnólogo en Informática.

Actualmente me desempeño como docente de la Institución Educativa Distrital San Salvador, dictando asignaturas como Biología, Informática y Tecnología a niños de los grados de básica secundaria y media. Además, dirijo el semillero de investigación en Domótica y Robótica de dicha institución.

Siento gran interés en el desarrollo de este postgrado porque soy un enamorado de la educación y creo que la solución a la mayoría de los problemas que aquejan nuestro entorno encuentran en la transformación social su solución y por ende, me encuentro preocupado por mejorar mi nivel de cualificación con el objetivo de aportar nuevos recursos para el desarrollo de la acción educativa y poder guiar a mis estudiantes en la construcción de saberes y conocimientos, pero también, por la responsabilidad que tengo de formar buenos ciudadanos, sujetos críticos, individuos capaces de resolver problemas comunes en ambientes sociales complejos, actores cuya capacidad de acción les permite intervenir en procesos de cambio y mejoramiento.

1.3. Carlos Mario Ramos Gélvez

Carlos Mario Ramos Gélvez, es mi nombre de identificación, nací un 3 de septiembre 1989 en la ciudad de Barranquilla/ Atlántico. Curse mis estudios de pedagogía en la Escuela Normal Superior del Distrito de Barranquilla, posteriormente la licenciatura en Biología y química en la Universidad del Atlántico, así mismo estudios técnicos en los idiomas inglés y francés con la alianza francesa. Hasta ser nombrado como docente en propiedad del magisterio para la IED Madre Marcelina en el año 2010, trabajé en el colegio San José Hermanitas de la Anunciación donde adquirí experiencia como coordinador académico y gestor de calidad.

Docente Líder y creador del Semillero de Investigación para la Institución Educativa Distrital Madre Marcelina, Docente acompañante Programa Ondas Colciencias y Docente acompañante de la Red Colombiana de Semilleros de Investigación (RedColsi).

Me considero una persona con grandes valores axiológicos producto de un núcleo

familiar sólido. Responsable, creativo, proactivo, innovador y eficaz, a nivel profesional considero fundamental el trabajo en equipo, el liderazgo y la pasión por lo que se realiza. Entre las metas a largo plazo tengo proyectado contribuir a la formación de profesionales desde un ámbito universitario internacional, liderar investigaciones en ciencia y pedagogía y ser gestor educativo a nivel mundial.

2. Autodiagnóstico de la práctica pedagógica y planteamiento del problema

2.1. Autodiagnóstico Institución Educativa Distrital San Salvador.

La Institución Educativa Distrital San Salvador es una institución mixta de carácter oficial que cuenta con una población de 700 estudiantes desde el preescolar hasta la media técnica correspondiente a los estratos 1 y 2 de los barrios Siape y San Salvador de la localidad Riomar de la ciudad de Barranquilla.

El Modelo Pedagógico asumido por la Institución Educativa Distrital San Salvador es el “MODELO HUMANISTA INTEGRAL”, su enfoque es constructivista, una propuesta antropológica y epistemológica multidisciplinar, que en un contexto sociocultural de identidad humana se experimenta como construcción permanente de identidad y trascendencia de cada uno de los miembros de nuestra comunidad educativa.

En lo pedagógico nuestro modelo surge y se consolida en las interrelaciones de los sujetos educativos, motivadas y direccionadas hacia el aprendizaje integral como construcción de sí mismo, elaboración de nuevos conocimientos, prácticas culturales centradas en valores, normas, tradiciones y auto enriquecimiento de su interioridad con estructuras, esquemas y operaciones mentales que les permitan pensar, resolver y decidir con éxito situaciones académicas y vivenciales.

Tras realizar un análisis de los resultados históricos del área de ciencias naturales obtenidos por la Institución Educativa Distrital San Salvador en las pruebas estatales estandarizadas de la básica secundaria de los años 2012, 2014 y 2016 se evidencia un progreso en los niveles de desempeño de los estudiantes Inedissianos, en el siguiente gráfico se puede observar cómo en el año 2012 teníamos el 17% de los estudiantes en un nivel de desempeño mínimo, en el 2014 disminuyó al 4% hasta llegar en el año 2016 a un 0%. En lo referente al nivel de desempeño avanzado, en el año 2012 teníamos al 0% de nuestros estudiantes, luego en el año 2014 aumenta a 13% y finalmente en el año 2016 se ubicó un 23% de nuestros estudiantes en este nivel de desempeño.

Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño. Ciencias naturales - grado noveno

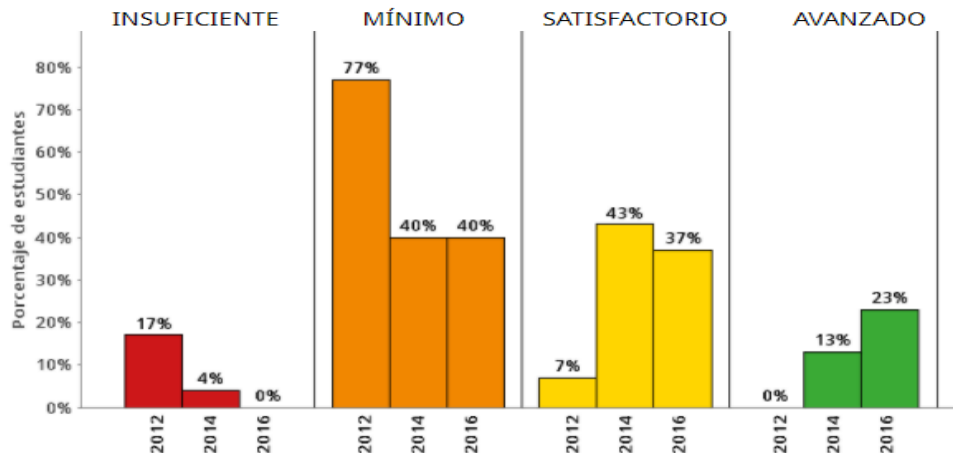


Gráfico 1 Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño
Tomado del informe histórico de la IED San Salvador
Fuente www.icfes.gov.co

En cuanto a los promedios del área de ciencias naturales de nuestra institución educativa en comparación a nuestro ente territorial y a nivel nacional, se puede observar una mejora continua a través de los años, de tal forma que pasamos de tener un promedio inferior en nuestra institución en comparación con nuestro ente territorial y a nivel nacional en el año 2012 a tener un promedio superior en comparación con Barranquilla y Colombia en los años 2014 y 2016.

Tabla 1. Comparativa de la IED San Salvador vs Entidad Territorial vs País

AÑO	INEDISSA	BARRANQUILLA	COLOMBIA
2012	262	300	312
2014	338	296	297
2016	352	303	288

Tomado del informe histórico de la IED San Salvador
Fuente www.icfes.gov.co

En referencia al análisis de los resultados de las competencias evaluadas por el ICFES en ciencias naturales en el grado noveno, que son uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, tras analizar los resultados de las pruebas SABER 9, se pudo evidenciar que históricamente la competencia que presenta más debilidad es la de uso comprensivo del conocimiento

científico, que se entiende como capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas, a partir del conocimiento adquirido.

Competencias evaluadas. Ciencias naturales - grado noveno



Gráfico 2 Competencias Evaluadas Ciencias Naturales Grado 9 - Año 2012

Competencias evaluadas. Ciencias naturales - grado noveno

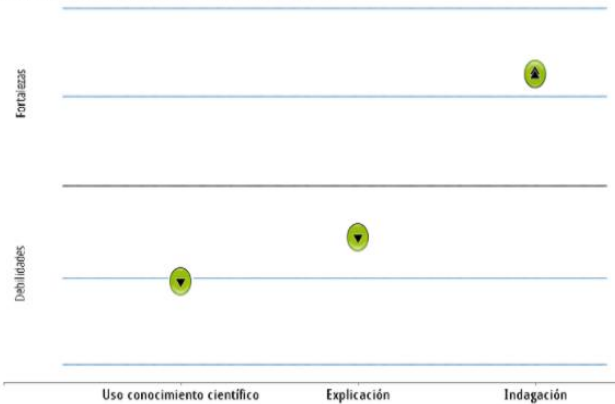


Gráfico 3 Competencias Evaluadas Ciencias Naturales Grado 9 - Año 2014

Competencias evaluadas. Ciencias naturales - grado noveno



Gráfico 4 Competencias Evaluadas Ciencias Naturales Grado 9 - Año 2016

Además de lo anterior, también se pudieron identificar las siguientes debilidades en nuestros estudiantes en lo relativo al saber conocer, al saber hacer y al saber convivir, teniendo como fuente de información la guía de descripción de los niveles de desempeño publicada por el ICFES (2017), y los estándares básicos de competencias de ciencias naturales.

Saber Conocer

- Explicar el funcionamiento e interacción de algunos sistemas en los seres vivos.
- Interpretar y comparar información explícita presentada en tablas y diferentes tipos de gráficas que involucran más de dos variables.
- Reconocer qué preguntas pueden ser contestadas a partir de los resultados de investigaciones científicas.
- Reconocer los efectos de la desaparición de organismos en el ecosistema.
- Establecer comparaciones entre las propiedades físicas de diversos materiales.

Saber Hacer

- Representar datos e información de diversos contextos en tablas de datos, gráficas, modelos o figuras.
- Elaborar explicaciones sencillas de eventos cotidianos utilizando el lenguaje propio de las ciencias.
- Representar datos e información de diversos contextos en tablas de datos, gráficas, modelos o figuras.

Saber Convivir

- Escuchar activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.
- Reconocer que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.
- Cumplir mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.

Por otro lado, al analizar los planes de área de la IED Distrital San Salvador (2017) se evidencia una falta de estructuración coherente que permita desarrollar este plan de

forma sincrónica y coordinada (p.3-10). Además, en lo que respecta a la parte organizacional, no se cuenta con un horario común para los docentes del área de ciencias donde puedan realizarse reuniones para conversar, discutir, adecuar o analizar los resultados obtenidos con la planeación trabajada. Lo referente a los planes de área y el aspecto organizacional del departamento son factores muy preocupantes ya que la suma de estas variables son las que nos permitirían obtener mejores resultados por parte de los estudiantes y por ende en sus resultados en las pruebas estatales.

Ahora bien, si tenemos como punto de partida que el docente de ciencias debe ser un acompañante de los procesos formativos, buscador de una cultura ciudadana en ciencias, innovación y tecnología; un ser capaz de generar y promover prácticas pedagógicas que den herramientas necesarias a los estudiantes para ser transformadores del mundo que les rodea, estudiantes reflexivos y críticos, con la capacidad de crear hipótesis y posibles soluciones a problemáticas cotidianas, se hace necesario realizar un replanteamiento de los procesos tanto pedagógicos como organizacionales del departamento de ciencias de la Institución Educativa Distrital San Salvador – INEDISSA, replanteamiento que propenda por reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales obedeciendo al acelerado avance científico y tecnológico impulsado por la globalización y que permita que los estudiantes se adapten a los cambios sociales, preparándolos para su ingreso a la educación superior, al campo laboral y a su vez mejorar su proyecto de vida.

Así mismo en calidad de educadores existe una gran responsabilidad en la enseñanza y la motivación que ejercemos para crear condiciones de aprendizaje eficientes que propicien la comprensión; la falta de planeación de la práctica pedagógica, el escaso desarrollo y estudio de metodologías didácticas para la innovación de las clases y en ocasiones el poco compromiso mostrado por los maestros por un desarrollo curricular activo y una educación de calidad, se convierten en obstáculos para que los estudiantes alcancen los niveles de comprensión y desempeños ideales en el área de ciencias naturales, de este modo se evidencia el papel relevante e influyente del maestro en el éxito escolar.

2.2. Autodiagnóstico Institución Educativa Distrital Madre Marcelina.

A nivel nacional el Ministerio de educación establece como uno de sus fines “el acceso al conocimiento, a la ciencia, la técnica... y el fomento de la investigación” ley 115 de 1991, reconociendo la importancia que tienen estos procesos en la educación y su impacto en el desarrollo de competencias, habilidades y destrezas cognitivas, sociales y afectivas y en la búsqueda constante de garantizar el cumplimiento de este fin, el MEN promueve acciones en las instituciones educativas que permitan una evaluación permanente de sus procesos, y sin duda, los resultados de las pruebas Saber se convierten en referentes de los niveles de competencia desarrollados en los estudiantes al final de cada ciclo escolar.. Para la IED Madre Marcelina este insumo representa el punto de partida para realizar actividades educativas encaminadas a una educación de calidad y excelencia coherentes con su proyecto educativo institucional.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta los resultados de las pruebas Saber 2014, la Institución Educativa Distrital Madre Marcelina, en cuanto al área de Ciencias Naturales, objeto de estudio del presente documento, evidencia debilidades que se convierten en puntos problemáticos para la formación de un ciudadano crítico y transformador de su entorno a partir de los saberes que proveen las ciencias, en el término del ciclo primaria, las estudiantes Marcelinistas de 5° muestran fortalezas en las competencias de uso comprensivo del conocimiento científico y competencia para la explicación de fenómenos, y se evidencia una debilidad en la competencia de indagación. Entre los componentes evaluados se muestra muy fuerte el de ciencia, tecnología y sociedad y débiles los componentes de entorno vivo y entorno físico.

La Institución Educativa Distrital Madre Marcelina, se encuentra ubicada en el centro de la ciudad de Barranquilla, capital del departamento del Atlántico, un lugar privilegiado por el fácil acceso a todas las rutas de transporte y por encontrarse inmersa en un sitio emblemático de la ciudad como lo es el Asilo San Antonio, la escuela de carácter oficial se encuentra dirigida por la Hna. Luz Marina Zapata Zapata, religiosa de la comunidad Hermanitas de los Pobres de San Pedro Claver, actualmente

la oferta educativa incluye todos los ciclos de la educación formal, cuenta con 37 docentes en constante cualificación para brindar una educación de excelencia bajo el modelo cognitivo - humanista. La IED Madre Marcelina, atiende una población de 713 estudiantes de sexo femenino de estratos socioeconómicos 1 y 2 y una minoría de estrato 3 y 4, la formación integral visionada en su proyecto educativo se desarrolla mediante diversas metodologías propuestas en el PEI y en la implementación de diversos proyectos pedagógicos que van desde los semilleros de investigación, la educación ambiental, el servicio social y la pastoral vocacional, entre otros.

Tomando los resultados del grado 9° se considera la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico con bastante debilidad y nuevamente en este ciclo de aprendizaje el entorno vivo y físico presentan dificultades al momento de ser evaluados por competencias, en grado 11° al evaluar las competencias de uso comprensivo del conocimiento científico y explicación de fenómenos e indagación se evidencia dificultades, se integran en ellas los entornos vivos, físico y ciencia y tecnología entre los cuales se observan falencias en el entorno físico, información que cobra validez en los resultados académicos institucionales las cuales dan muestra de un desempeño bajo y básico en las asignaturas de física y química correspondientes al área de ciencias naturales.

Ahora bien, el desarrollo del quehacer pedagógico, que aunado a las falencias anteriormente descritas limitan la apropiación de las competencias propias del área, entre las cuales se podría mencionar la carencia de recursos didácticos para la experimentación en el laboratorio, como estrategia fundamental en el desarrollo del saber científico, la intensidad horaria del área de ciencias naturales en la institución es insuficiente ante los contenidos que deben ser desarrollados en paralelo a la preparación de los estudiantes por parte de los docentes para las pruebas Saber. Además de esto, el desarrollo de proyectos investigativos es realizado de manera aislada al proyecto educativo institucional.

Además de lo anterior, es posible identificar las debilidades en nuestros estudiantes en lo relativo al saber conocer, al saber hacer y al saber convivir, teniendo en cuenta la

información suministrada por la guía de descripción de los niveles de desempeño publicada por el ICFES (2017) y los estándares básicos de competencias de ciencias naturales.

Saber Conocer

- Reconocer algunas adaptaciones de los organismos al entorno.
- Reconocer el uso de productos con determinado valor de pH en la vida cotidiana.
- Identificar el estado de las sustancias a partir de la organización y movimiento de sus partículas.
- Identificar qué sustancias pueden ser nocivas para la salud y cuáles deben ser usadas con precaución.

Saber Conocer

- Explicar las funciones que cumplen las partes básicas de un circuito eléctrico.
- Elaborar explicaciones sencillas de eventos cotidianos utilizando el lenguaje propio de las ciencias.
- Explicar el funcionamiento e interacción de algunos sistemas en los seres vivos.
- Elaborar conclusiones y predicciones a partir de información derivada de investigaciones científicas.

Saber Convivir

- Reconocer que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.
- Informarse para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.

- Escuchar activamente a los compañeros y compañeras, reconocer otros puntos de vista, y compararlos con los propios y poder modificar lo que se piensa ante argumentos más sólidos.

3. Planteamiento del problema

La realidad académica en cuanto al desarrollo de competencias propias del área de ciencias naturales en las Instituciones Educativas Distrital San Salvador y Distrital Madre Marcelina, muestra a través del diagnóstico de los resultados de las pruebas Saber 9°, falencias en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, lo que conlleva a una deficiente capacidad de los estudiantes al comprender y utilizar en contextos específicos y cotidianos los conceptos, las teorías y los modelos en la solución de situaciones problemáticas, partiendo del conocimiento adquirido en las temáticas estudiadas en el aula.

Plantear el anterior diagnóstico muestra las dificultades que tienen los estudiantes para establecer relaciones entre los conceptos y los conocimientos obtenidos sobre fenómenos observados frecuentemente, traducido en un área de ciencias poco contextualizada con la realidad del educando, pues pese a que se trabajan la interpretación y argumentación de la realidad desde un punto de vista del conocimiento científico, poco se ha logrado en la relación de dichos constructos con la realidad que enfrenta en su medio social.

Se espera que los estudiantes en el desarrollo del área de ciencias y por medio de la pruebas Saber 5°, 9° y 11° como herramienta de medición de las competencias, y que, conforme al ICFES (2017) “logren identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basándose en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico”, como un acercamiento en la comprensión de fenómenos físicos, químicos y biológicos, y que además construya desde su observación de la realidad los componentes y las interacciones que se presentan entre ellos ante un evento natural, permitiendo así la asociación de los fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico. Aspecto que se logra en menor medida, según lo evidenciado en el análisis de los resultados de las pruebas Saber 9, en los estudiantes de las instituciones referenciadas y que puede ser una de las causas de bajo desempeño en el área de ciencias naturales.

Sumado a esto se encuentran los pocos momentos de organización curricular a

través de reuniones del Departamento de Ciencias Naturales, lo que dificulta la planeación conjunta de acciones que permitan el mejoramiento de las debilidades encontradas, logrando de esta manera una articulación entre los diferentes ciclos educativos.

Por lo anterior, la propuesta que se ha diseñado en la presente innovación pedagógica intenta superar las dificultades planteadas a partir de la pregunta ¿Cómo fortalecer la competencia uso comprensivo del conocimiento científico a partir del diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto expresión génica?

4. Justificación

Los estándares básicos de competencias, plantean la formación en ciencias naturales como un desafío para los docentes. Desafío que tiene dentro de sus propósitos desarrollar en los estudiantes un pensamiento científico y en consecuencia fomentar la capacidad de pensar analítica y críticamente, preparando así a las personas para llevar vidas responsables con actuaciones en pro de la sociedad y de sí mismos MEN, M. (2004). Por tal motivo, el diseño de una unidad didáctica que fortalezca el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico no sólo es viable sino necesario para ir a la vanguardia de una educación que requiere de un engranaje entre el conocimiento científico y el mundo natural del estudiante, cuya comprensión se transforma en un poderoso dispositivo capaz de irrumpir en vastos dominios del conocimiento, en el entendimiento de su entorno y la transformación de su realidad. Además, en las instituciones educativas focos de esta propuesta se cuenta con las bases teóricas desde los modelos pedagógicos: Cognitivo – Humanista y Humanista – Integrador y las herramientas didácticas apropiada para la implementación de propuestas de innovación pedagógica basadas en la comprensión del conocimiento científico y en propuestas que ahonden en el desarrollo de competencias científicas y de esta manera cumplir con los lineamientos planteados en los estándares básicos de competencias.

En cuanto a la pertinencia de esta propuesta, Biesboer (2003) plantea que “El alumnado accede a los estudios de genética con ideas que son fruto de su experiencia personal y social en la cual intervienen en gran medida los medios de comunicación”. Según estudios realizados por (Matthews y Davies, (1999)) argumentan que la frecuencia con la que los medios de comunicación tratan el tema, hacen que el alumnado tenga una falsa impresión de conocerle e incluso dominarle.

Debido a lo anterior, se encuentran muchas veces errores o interpretaciones inadecuadas acerca de las temáticas relacionadas con la genética. Por lo tanto, esta propuesta es de gran importancia ya que apunta al desarrollo de la competencia uso

comprensivo del conocimiento científico, lo que le permite al estudiantado una adecuada aproximación al conocimiento de la genética molecular, en especial a los procesos de expresión génica. Además, en Colombia, los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales según el MEN (2004), plantean que “al terminar el ciclo comprendido entre los cursos octavo y noveno, los estudiantes deben ser competentes en reconocer la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario”. Lo que lleva al docente a diseñar estrategias que permitan a los estudiantes aproximarse a los conceptos en mención.

Lo anteriormente expuesto, indica la relevancia que tiene en la actualidad, el término genética, que cobra gran importancia debido al gran impacto que han tenido los adelantos científicos en esta área y cómo estos adelantos han influenciado la vida de los seres humanos desde diferentes ámbitos. Con base a lo anterior, Klop y Severiens et. al., (2007), afirman que “la genética y su importancia en la sociedad actual, acompañada de su constante evolución en conocimientos, demanda la necesidad que el gran público comprenda los principales conceptos relacionados con la biotecnología”. A su vez, la abstracción del tema demanda el uso de metodologías diferentes a la tradicional, que permitan a los estudiantes no sólo aproximarse teóricamente al concepto sino que, a través del uso de las mismas, el estudiante pueda interactuar audiovisual y kinestésicamente con elementos propios de concepto.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general.

Diseñar e implementar una unidad didáctica mediada por las TIC que contribuya a una aproximación teórica al concepto expresión génica, centrada en el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

5.2. Objetivos Específicos.

- Indagar las ideas previas de los estudiantes con relación al concepto expresión génica.
- Desarrollar una unidad didáctica para la comprensión del modelo científico escolar del concepto de expresión génica.
- Evaluar el grado de aproximación teórica de los estudiantes al concepto de expresión génica con relación al uso comprensivo del conocimiento científico.

6. Marco Teórico

6.1. Marco Legal.

La Carta Magna o Constitución Política de Colombia establece en su Artículo 67 que la educación Colombiana debe propender por generar el acceso al conocimiento científico además de incentivar la erradicación del analfabetismo en todas sus expresiones.

En concordancia, el gobierno expidió Ley General de la Educación Ley 115 de 1994 que tiene como finalidad regular la educación pública fundamentándose principalmente en los principios del derecho a la educación, la libertad de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra en su carácter de servicio público. Esta misma Ley define en su Artículo 5 los Fines de la Educación en sus numerales 5 y 7 que “a toda persona se le debe garantizar tanto el acceso como la adquisición de conocimientos científicos, técnicos y culturales mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber”.

Esta Ley fue marco para que el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Educación Nacional expidiera los lineamientos curriculares que tiene como propósito señalar los horizontes deseables que deben ser alcanzados por cada persona en los diferentes niveles de educación formal, ofreciendo orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño de currículos apropiados.

Por otro lado, se explicita que para la construcción de un pensamiento científico se hacen necesarios los procesos de pensamiento y acción además de hacer énfasis en el papel que juega la creatividad en esta construcción. Además, se analizan las implicaciones valorativas que tiene este tipo de conocimiento en la sociedad y sus incidencias en la calidad de vida humana.

Otro aspecto importante que se debe recalcar es el hecho que en estos lineamientos se hace una invitación abierta a que los docentes diseñen sus propias propuestas didácticas teniendo en cuenta que dichos lineamientos de ninguna manera constituyen

una camisa de fuerza.

6.2. Referentes Conceptuales

6.2.1. Enseñanza para la comprensión.

Para abordar el marco teórico que sustente la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, evaluada desde la prueba Saber 9° como la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas, a partir del conocimiento adquirido. Se parte sobre el modelo *Enseñanza para la Comprensión* en sus bases epistemológicas y definir la comprensión a la luz de la enseñanza de las ciencias, resumiendo el problema desde el ámbito educativo y como desde el modelo propuesto se asumen las estrategias y metodologías que ayudarán a fortalecer las debilidades encontradas desde el diagnóstico.

6.2.1.1. *El problema de la comprensión.*

La educación actual deja en evidencia una problemática relacionada con los procesos de comprensión que se dan en los estudiantes con respecto al saber, existe una distancia significativa entre lo que muchas veces se espera que suceda en su estructura cognitiva y aprendizaje y lo que pasa en el aula, realidad que se refleja en la persistencia de un aprendizaje basado en la memoria y a corto plazo de las escuelas.

Desde sus primeras etapas el ser humano está a merced de su entorno y es influenciado altamente por el mismo, creando nociones de aprendizaje que más tarde consolidadas se convierten en teorías, muchas veces erróneas, pero que son aceptadas por el sujeto al tener experiencia desde su cotidianidad. Es tarea de la educación aprender y desaprender sobre las teorías establecidas y para ello se requiere que las nuevas concepciones cobren significado en la vida del educando y genere procesos de verdadera comprensión, labor que se ve irrumpida cuando las

nuevas teorías son enseñadas de forma textual sin un proceso comprensivo, y entonces se observa en los estudiantes la sucesión de nociones erróneas, e incluso después de graduarse muchas de estas continúan. Se hacen necesarios procesos de comprensión que permita a las personas utilizar el saber en la resolución de problemas y no en la acumulación de la información.

La escuela tradicional se muestra como un modelo deficiente al estar basado en la transmisión acumulativa y sistemática del conocimiento, estimulando de forma incipiente las habilidades y competencias del educando, careciendo de procesos de comprensión y limitando la curiosidad, creatividad y la capacidad de exploración innata del ser humano, ocasionando apatía a las actividades escolares, en otras palabras, Poco a poco “dichas prácticas (escuela tradicional) van produciendo una paranoia del estudiante al ejercicio educativo y desarrollan actitudes de intolerancia e irrespeto a las diferencias y de competencia por el reconocimiento”. (Jaramillo et al, 2002).

La deducción, el análisis crítico, la consolidación de conceptos concretos, la abstracción de la información y la solución de problemas complejos son habilidades intelectuales que se ven favorecidas cuando se estimulan los procesos de comprensión en la escuela. Entendiendo a Perkins & Blythe (1994) sobre la comprensión como el “poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento en cuanto a un tema” (p. 5) y Según Stone et. al (2001) que es “la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe”, lo que se puede interpretar que frente a una teoría que se enseña el estudiante debe estar en la capacidad de argumentarla, dar ejemplo de ella, saber hacer en contexto, presentar analogías y representarla de nuevas maneras.

Y es precisamente lo que la educación busca, una vez se tiene claro el concepto, se puede pensar y repensar alrededor del mismo, utilizar esos conocimientos adquiridos y aplicarlo no solo al quehacer académico sino integrarlo al accionar cotidiano. En un sentido opuesto, que facilite la idea de comprensión, se podría decir que para Perkins la falta de comprensión, tomado de (Stone, 1999) se da “cuando un estudiante no

puede ir más allá de la memorización y el pensamiento y la acción rutinarios, esto indica falta de comprensión.”

Que el estudiante no solo aprenda, sino que comprenda y que pase de ser un acumulador de conocimientos a un ser en la capacidad de relacionar el nuevo aprendizaje con saberes previos para erar nuevas ideas que le sean de utilidad para entender su contexto y transformarlo, es la finalidad de la nueva educación y la metodología que debe primar en la educación del siglo XXI, esto implica un docente dispuesto a favorecer los procesos de comprensión utilizando herramientas creativas, innovadoras y contextualizadas a la realidad de sus estudiantes.

6.2.1.2. *Modelo de Enseñanza para la Comprensión.*

Desde la pedagogía activa se crea el marco de la Enseñanza para la Comprensión, desarrollado en un proyecto de investigación denominado “Project Zero” que se dio a conocer a inicio de los años 90 fundamentado en las bases teóricas de sus mismos investigadores Howard Gardner David Perkins, Vito Perrone, así como de J. Bruner, R.F. Elmore, M.W. McLaughlin, entre otros. Se diseñó como un proyecto en colaboración y acción directa con educadores de básica educación primaria y básica secundaria, con el objetivo de introducir en el aula estrategias concretas para desarrollar un aprendizaje para la comprensión, es decir, proponer acciones pedagógicas que le permitieran al docente desarrollar, en sus estudiantes, procesos de comprensión.

En coherencia con lo anterior y atendiendo la complejidad del proceso de enseñanza y aprendizaje y la trascendencia de la comprensión más allá de tener conocimientos y habilidades, al abordar la Enseñanza para la Comprensión (EpC) como herramienta pedagógica, Stone et. al (2001) sugiere una guía basada en cuatro preguntas “¿Qué tópicos vale la pena comprender?; ¿Qué aspectos de estos tópicos deben ser comprendidos?; ¿Cómo podemos promover la comprensión?; ¿Cómo podemos

averiguar lo que comprenden los alumnos?”. Preguntas que en el desarrollo del marco conceptual de la Enseñanza para la Comprensión, se interpretan a partir de cuatro postulados o elementos, que facilita la búsqueda de la respuesta al dilema de la comprensión en el aula, y que en su orden, afirma Stone (1999), son “Tópicos generativos; metas de comprensión; desempeños de comprensión; evaluación diagnóstica continua. Aspectos, llamados elementos de la comprensión, buscan aportar en el diseño y organización del quehacer pedagógico del docente, se hace necesaria su descripción”.

Interpretando a Escobedo et. al (2004), los tópicos generativos son “ideas y preguntas centrales, que establecen múltiples relaciones entre estos temas y la vida de los estudiantes, por lo cual genera un auténtico interés por conocer acerca de ellos” (p. 532). Aquellas temáticas con la cuales el educando puede establecer fácilmente múltiples relaciones, entre varios temas, experiencias previas y su vida cotidiana, ocasionando un interés por el saber y propiciando construcción de nuevos aprendizajes. Stone (1999) alega que “a menudo tienen la cualidad de no tener un fondo, en el sentido de que la indagación del tópico lleve a preguntas más profundas”. Dichas preguntas ayudan a delimitar los alcances del tópico generador y se convierten en hilos conductores que orientan la actividad del docente en torno al desarrollo de la temática, respondiendo a dos preguntas esenciales; ¿Qué quiero que comprendan mis estudiantes? ¿Qué le puede resultar más interesante a mis estudiantes?, las respuestas a estas preguntas son el punto de partida para los distintos temas (Tópicos Generativos) y preguntas (Hilos Conductores) que el profesor construye para el desarrollo de la temáticas o unidad y que en consideración con el estudiante aborda, este ejercicio los lleva a encontrar conjuntamente las ideas centrales que le darán sentido a los contenidos que van a trabajar juntos.

Metas de Comprensión: Las metas de comprensión afirma Stone (1999), que son “explícitamente lo que se espera que los alumnos lleguen a comprender. Mientras que los tópicos o temas generativos delinear la materia que los estudiantes investigarán, las metas definen de manera más específica las ideas, procesos, relaciones o

preguntas que los alumnos comprenderán mejor por medio de su indagación”.

Escobedo et. al (2004) sostiene que “Las metas de comprensión ayudan a delimitar los tópicos de enseñanza, estableciendo objetivos frente al mismo, al tener claro que no todo el contenido referente a un tema generador puede ser enseñado, “no importa que se estudie menos temas porque se comprenderán más” (p. 532). Acorde del interés que abarca para los estudiantes el tópico generador las metas de comprensión deben tener relevancia, interés e impacto para el estudiante, incluso pueden ser planteados a manera de preguntas que sirvan como hilos conductores, permitiendo tener una visión general de la unidad didáctica.

Las metas de comprensión necesitan una ruta clara para que el estudiante pueda alcanzarlas y en ese contexto el docente debe planear ejercicios de comprensión, actividades ideadas por el maestro y que le permitirán al estudiante utilizar aquello que comprende y cualificar las teorías, con un tiempo previamente organizado y establecido.

Desempeños de Comprensión: Menciona Proaño (2009). A lo largo del proceso de aprendizaje los estudiantes deben ocuparse en las acciones y la reflexión de las áreas o temas que comprendan. Los desempeños de comprensión son precisamente las actividades que lejos de ser memorísticas o rutinarias, se realizan con un sentido reflexivo, la idea es que los estudiantes desarrollen ampliamente su propia comprensión.

Si se ocupa a las estudiantes en los desempeños de comprensión, lo que implica evidenciar su pensamiento para hacer muestra de lo comprendido, de manera paralela construirán la comprensión de los tópicos generativos y de las metas de comprensión. Stone (1999), plantea que “esta razón de sinergia, indica que las actividades colocadas al estudiante deben encaminarlo de forma progresiva hacia la comprensión, y no esperar un resultado inmediato, teniendo claro tres etapas: etapa de exploración, investigación guiada y proyecto final de síntesis”.

Evaluación diagnóstica continua: desde la enseñanza para la comprensión (EpC) la evaluación es un proceso de retroalimentación permanente, en el que los estudiantes van mejorando sus desempeños de comprensión, por lo tanto se considera un ejercicio de comprensión, donde el docente puede comprender los procesos asimilados por el estudiante. “Además la evaluación es integral, al valorar, desde el contexto en el que se desarrolla, todos los procesos de enseñanza y aprendizaje implícitos en la comprensión, siendo cooperativa en cuanto alude a la participación de los actores que intervienen en el proceso educativo y formativo, en ella la reflexión, control y valoración de los estudiantes en su propio aprendizaje se hace fundamental” (Patiño, 2012).

En ese sentido la evaluación asume un papel formativo, proporcionando información acerca del alcance de las metas de comprensión y desempeños de comprensión, así mismo detectar las falencias y debilidades para ir mejorando en el proceso comprensivo, sin descuidar un aspecto psicológico que busca motivar al educando en incrementar el conocimiento y llegar a la comprensión de las áreas.

Desde la propuesta de innovación y teniendo en cuenta la teoría pedagógica de Enseñanza para la Comprensión planteada por Perkins, (1999) se podría decir que “el hilo conductor es comprender la expresión de la información genética contenida en el ADN y sus efectos en la variedad poblacional y la diversidad biológica”. Y a manera de ejemplificación de los elementos que facilitan la comprensión se podría citar la primera unidad donde se incluye el tema "la molécula de la vida: ADN", abordando el tema desde la relación física padres e hijos, conocimiento previo que resulta importante al momento de comprender la estructura del ADN, ARN y la expresión génica. La meta de comprensión para esta unidad está basada en la comprensión por parte de las estudiantes del concepto de ácidos nucleicos: ADN y ARN, su estudio y diferenciación en cuanto a estructuras moleculares, relacionándolos con la expresión génica. Los tópicos generativos, expresados a manera de pregunta, permiten establecer relaciones entre las temáticas de la unidad y la vida cotidiana del estudiante, generando interés por su estudio y aprendizaje, planteados en la pregunta ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?

Atendiendo las sugerencias de Stone Wiske (1999), las actividades incluidas presentarán tres etapas de desarrollo:

6.2.1.3. *Etapas de Exploración.*

Durante esta etapa los estudiantes se acercan a los temas centrales o tópicos generativos definidos para alcanzar las metas de comprensión, atendiendo sus saberes previos. Este periodo genera preguntas e incertidumbres que aportan a despertar el interés por el aprendizaje y la relación con sus experiencias preliminares.

6.2.1.4. *Etapas de investigación guiada.*

Los desempeños durante la etapa de investigación guiada son las actividades de comprensión que involucran a los estudiantes en la utilización de ideas de investigación para la comprensión de las metas, lo anterior conlleva a que los estudiantes desarrollen metas preliminares por medio de desempeños iniciales y se involucren en acciones más complejas de investigación.

En esta etapa el docente orienta la aplicación de conceptos, métodos y estrategias y cómo poner en práctica la comprensión de las temáticas, cada vez más complejas y sofisticadas, que han sido abordadas. Es decir existe una integración entre la teoría o conocimiento comprendido con la práctica o medio en que este saber se pueda dar en la vida cotidiana.

6.2.1.5. *Etapas final.*

Durante esta etapa el docente asigna tareas de síntesis o de término para complementar la unidad curricular, dentro de la dinámica de la Enseñanza para la Comprensión, esta etapa representa la forma de evidenciar el dominio que tiene el estudiante alrededor de las metas de comprensión establecidas.

En el siguiente esquema se puede apreciar la relación de coherencia existente entre

la teoría de Perkins y Stone, que son base teórica de la innovación pedagógica y referente que posibilita una comprensión en el marco de EPC durante el desarrollo de la secuencia, es importante aclarar que los tópicos propuestos por Stone W (1999) serán los expuestos en la unidades de la secuencia didáctica, dado que el grupo investigador consideró oportuno el uso de los mismos para orientar sus acciones educativas en cuanto a organización, facilidad de lectura y claridad conceptual que generan.

David Perkins (1994)	Martha Stone W (1999)
<i>Elementos de Comprensión</i>	<i>Etapas de Comprensión</i>
Tópicos generativos	Etapa de Exploración
Hilos conductores	
Metas de Comprensión	Etapa de Investigación guiada.
Desempeños de Comprensión	
Evaluación Diagnóstica	Etapa final: Proyecto final de síntesis.

Tabla 2 Comparativa entre los modelos de Perkins y Stone.

El enfoque elaborado por Perkins (1994), Stone (1999) & otros, que se denomina “Enseñanza para la comprensión” es un marco fértil para proponer una reorganización de la enseñanza y de los contenidos con la finalidad de que los estudiantes alcancen la comprensión, en términos de relacionar el saber con su cotidianidad, es decir, no sólo que puedan conocer determinadas informaciones sino que puedan realizar diferentes actuaciones en relación con ellas. Esta teoría implica que el docente exprese las metas de comprensión y las actividades que demuestren su alcance en los educandos, presenten temas o tópicos generativos que sean fundamentales para el área de trabajo y de interés para los estudiantes y evaluar la comprensión de manera dinámica, continua de tal manera que no solo se visiona al final del curso sino con actuaciones frecuentes, lo que implica un alto factor motivacional y afectivo por las partes involucradas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, esto conduce a idear

metodologías innovadoras que apunten a la comprensión.

Teniendo en cuenta este último aspecto podemos decir que la motivación es un proceso muy importante a la hora de lograr un aprendizaje significativo, es por esto que enseñar ciencias merece gran atención debido a que en esta muchas veces se pone de manifiesto la simple transmisión de la información por parte del profesor, el cual posee el conocimiento y le da la forma que mejor le parece, mientras que los estudiantes a su vez se convierten en receptores de la misma. Los ritmos de la clase son impuestos mayormente por el docente el cual le dedica gran parte de esta al dictado de lecciones, suponiendo que los contenidos dictados permanecen estables e inmutables y son a su vez presentados como dogmas y leyes científicas. Lo anteriormente expuesto marca un modelo conductista, modelo que ha sido duramente criticado mostrando sus limitaciones. Y que actualmente se considera fuera de los paradigmas de enseñanza aceptados en muchas disciplinas, en especial a la hora de enseñar ciencias.

Por su parte, el modelo constructivista a diferencia del conductista, nos brinda las posibilidades de entender, comprender y mejorar continuamente la práctica pedagógica, sobre todo, en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, Rodríguez Arocho, (1998) nos plantea que “un buen modelo pedagógico no debe obedecer a un sistema de estímulos y respuestas sino más bien a establecer las posibles relaciones entre las interacciones medioambientales y socioculturales en las que se desarrollan los estudiantes para favorecer el desarrollo de los procesos mentales”.

Tras esto, podríamos afirmar que *“el aprendizaje es el resultante de la unión de motivaciones intrínsecas del sujeto y su relación con el entorno”* cobra gran sentido, y nos indica que la Enseñanza en Ciencias requiere de un modelo o enfoque pedagógico que nos permita brindar al estudiante el protagonismo de su propia formación, además de las herramientas significativas que le permitan un pleno desarrollo cognitivo.

Pozo (1998) y De León (2000) brindan una serie de enunciados enmarcados dentro del constructivismo que se describen a continuación:

- El aprendizaje implica transformar la mente de quien aprende.

- Los conocimientos previos de los estudiantes son importantes, de tal manera que se pueden adaptar o asimilar para llegar a un conocimiento nuevo.
- Los procesos de negociación de significados deben ser propiciados a través de un ambiente de aprendizaje adecuado.
- La aplicación de los nuevos conocimientos, el pensamiento crítico y creativo y, sobre todo, las destrezas de investigación son los principales procedimientos en la Enseñanza de las Ciencias.

Sumándose a estas nuevas concepciones educativas, también se han dado otros dos cambios que han impactado fuertemente al sistema educativo. El primero de estos cambios tiene que ver con la revolución en el mundo de las comunicaciones y el otro cambio es en la forma intensiva que estos son usados. Estos dos cambios han producido a su vez cambios en la dinámica de la sociedad y en particular en los escenarios de la educación (UNESCO, 2003). Siendo más específicos, esta revolución TIC ha traído consigo consecuencias notables en lo que respecta a los procesos de enseñanza-aprendizaje, destacando nuevas nociones espaciotemporales, creando nuevos lugares que establecen nuevas formas de interacción en las cuales las barreras espaciotemporales han sido superadas (Cebrián, 2003). Estableciéndose de esta forma diferentes métodos para acceder, promover, circular, construir y apropiarse del conocimiento (Litwin, 2000). Por su parte, Monereo et al (2005) plantea que *“los roles y las relaciones entre docentes y alumnos son diferentes a los concebidos por la educación presencial, de tal forma que las posiciones jerárquicas ya no se distinguen”*.

Estos puntos de vista muestran una tendencia en la cual se hace necesario plantear modelos pedagógicos que tengan en cuenta marcos teóricos que permitan estas condiciones.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a pensar que el aprendizaje en los estudiantes debe tener un alto grado de significancia o en palabras de Ausubel aprendizaje significativo. Se toma como referente a Ausubel, ya que es uno de los autores más representativos de esta teoría de aprendizaje. Además, sus estudios son utilizados en la Enseñanza de las Ciencias y a su vez pueden servir de fundamentación para el

desarrollo de clases basadas en nuevas tecnologías, siendo además, una propuesta en la que el trabajo escolar está diseñado para superar el memorismo tradicional de las aulas y lograr un aprendizaje más integrador, autónomo y comprensivo (Valeiras 2006).

Dentro de esta concepción constructivista, el papel de los estudiantes en el desarrollo de la comprensión y el cómo incentivar este proceso a través de la enseñanza, Gardner, et al. (2005) hace un cuestionamiento al currículo escolar cuando plantea “con seguridad hace que los estudiantes memoricen datos o definiciones” en lugar de potencializar la comprensión de las temáticas. Y propone desarrollar una estrategia que posibilite esto a través de un enfoque denominado “Enseñanza para la Comprensión”, propuesta desarrollada en la Universidad de Harvard de la mano de Vito Perrone y David Perkins, partiendo de la base de las inteligencias múltiples de Gardner (1993, 1997) que propone que existen diversas formas de aprender, las cuales dependen de los perfiles de inteligencia y a su vez demandan estilos de aprendizaje.

Estos estilos de aprendizaje se ven favorecidos cuando se enseña mediado por TIC ya que estas herramientas nos facilitan un sinnúmero de estrategias para la promoción de múltiples representaciones, habilidades y competencias intelectuales tales como los desarrollos multimedia (Valeiras 2006). Esto es comprobado por Coca (2013) quien en su tesis presenta como una de sus conclusiones “que los estudiantes se motivan mediante el uso de recursos audiovisuales que les permiten una rápida comprensión de la temática, aduciendo que el uso de las TIC le brinda un toque de realidad a los conceptos abstractos, además de propender por incentivar el trabajo colaborativo e impulsan la participación, mientras que los estudiantes expuestos a una clase tradicional de corte conductista se sienten más desmotivados y el interés por los contenidos presentó una disminución significativa.

Por su parte, Capuano, (2011) destaca el valor de las TIC en el fortalecimiento de los contextos y en la construcción de aprendizajes significativos en especial mediante el uso de AVA o ambientes virtuales de aprendizaje como lo son el aula virtual, los blogs, etc. Contrario a esto, Vallejo & Montes, (2010) encuentran en sus estudios que “muchos de los materiales didácticos disponibles actualmente en la nube, no se encuentran adaptados a las necesidades reales de los estudiantes, llevando esto a la

necesidad de realizar material didáctico virtual contextualizado a las necesidades institucionales”. Esto nos invita a tener especial cuidado en la selección de las actividades necesarias para ser implementadas en la propuesta, adaptándolas si es posible al contexto en el que serán usadas garantizando así la obtención de los resultados deseados. Linn, (2002) concluye que “Las nuevas tecnologías presentan grandes retos, frustraciones y recompensa” y muestra que estas nuevas tecnologías suponen un reto para el docente.

Desde la secuencia didáctica se aborda el tema de expresión génica, en ese aspecto es relevante expresar que la biotecnología y las aplicaciones de la genética en la cotidianidad dan cuenta de la importancia que tiene esta ciencia para la sociedad actual. En Colombia, los estándares de Ciencias Naturales, plantean que a partir de 3er ciclo de la educación, los estudiantes deben aproximarse al conocimiento de los conceptos básicos de la genética, pudiendo ser estos conocimientos aplicables en la valoración de los avances que en dicha ciencia o disciplina puedan ser generados. Concordando con los fines de la educación que propenden por estudiantes alfabetizados científicamente y con las competencias y capacidades para desarrollar el espíritu crítico acerca de las implicaciones que tienen los avances genéticos en su vida cotidiana.

El primer referente teórico al que se hará relación es el constructivismo y el aprendizaje significativo, argumentado desde los postulados teóricos de Frida Díaz Barriga (1997), quien desde el libro “Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo”, asume que:

La postura constructivista se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana, así como algunas teorías instruccionales, entre otras. A pesar de que los autores de éstas se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares. (Díaz Barriga, 1997).

Dando una mirada histórica se evidencia la búsqueda de una teoría explícita de los procesos de aprendizaje, que integra diferentes posturas que habían intentado sustentar las formas más propicias de llevar a cabo la enseñanza y el aprendizaje. Al tomar como referencia diferentes teorías, el constructivismo organiza estrategias, métodos, técnicas y metodologías que con bases epistemológicas interdisciplinarias le dan solidez y argumentos claros a sus concepciones, de esta manera.

El constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa a través de su labor constructiva lo que le ofrece su entorno. De esta manera, según Rigo Lemini (1992) se explica “la génesis del comportamiento y el aprendizaje, lo cual puede hacerse poniendo énfasis en los mecanismos de influencia sociocultural” (y. gr. Vigotsky), socioafectiva (y. gr. Wallon) o fundamentalmente intelectuales y endógenos (v. gr. Piaget).

Una definición más objetiva de la teoría constructivista la conceptualiza Carretero cuando argumenta:

“Básicamente puede decirse que es la idea que mantiene que el individuo —tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos— no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano”. (Carretero, 1993).

Ahora bien, el constructivismo desde la vida escolar y en términos de construcción del aprendizaje encuentra su sustento en la idea que la escuela tiene como fin la integración del individuo a la cultura a la que pertenece, y esta integración sólo es posible a través de la participación del estudiante en actividades planeadas de manera intencional y que generen una actividad mental constructiva. En palabras de Díaz Barriga, F.1997:

“Podemos decir que la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Así, aprender un contenido quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento”..

(Barriga, 1997).

Los referentes teóricos de la presente propuesta aluden a la integración del constructivismo y el aprendizaje significativo, en este sentido Díaz Barriga, F., afirma:

Ausubel, como otros teóricos cognitivistas, postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva. Podríamos caracterizar a su postura como constructivista (aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal, el sujeto la transforma y estructura) e interaccionista (los materiales de estudio y la información exterior se interrelacionan e interactúan con los esquemas de conocimiento previo y las características personales del aprendiz). (Barriga, 1997).

6.3. Marco Referencial

Teniendo en cuenta la importancia que tiene en la sociedad actual las aplicaciones de la genética en la vida cotidiana, la ingeniería molecular y la biotecnología, los estudiantes de noveno grado en coherencia con los estándares básicos en ciencias naturales han de recibir una educación que les permita articular los conceptos de genética con su cotidianidad, para interpretarlos y reflexionar en torno a los avances de dicha disciplina. La formación de científicos naturales y de ciudadanos críticos capaces de valorar el impacto del conocimiento y la manipulación de la información hereditaria

en la sociedad es responsabilidad de la escuela, así mismo la integración desde la ética, la sostenibilidad y el ámbito científico del saber acerca de la expresión génica.

Identificada la problemática se hace necesaria la búsqueda de antecedentes sobre el tema de investigación, con el objetivo de analizar la trascendencia de trabajos similares y tomar como referencia aquellos aportes que contribuyan al fortalecimiento de la temática tratada.

Desde la investigación en didáctica de la genética, hay que tener en cuenta a la genética como eje transversal de enseñanza de la ciencia, Finley et al (1982) mostraron la importancia que los profesores de ciencias le atribuían a la enseñanza de la genética, y que, desde entonces, se ha producido un notable incremento en las investigaciones que han analizado las dificultades que tienen los estudiantes para aprender en relación con estos contenidos.

Este saber debe permitir que, en una sociedad informada, los ciudadanos comprendan, a un nivel básico, los avances de la investigación en el ámbito de la genética y se interesen por sus repercusiones tecnológicas y sociales (Wood-Robinson *et al*, 1998). Desde otro punto de vista, habría que destacar la importancia que las estrategias de resolución de problemas tienen en la enseñanza de la genética, y su incidencia en el desarrollo de ciertas capacidades intelectuales y hábitos de trabajo que caracterizan la actividad científica.

Siendo esta última una de las líneas de investigación fundamental en la enseñanza de la genética, la resolución de problemas. Diferentes investigadores consideran que el proceso de resolución de problemas no puede plantearse de manera mecánica, sino como una herramienta de aplicación de conceptos y estrategias de la herencia. (Stewart, 1982; Smith y Good, 1984; Stewart y Van Kirk, 1990; Ayuso et al., 1996).

Es así como “la enseñanza de la genética constituye uno de los bloques de las ciencias más difícil de comprender en la enseñanza en secundaria, por la complejidad

de sus contenidos como por las dificultades que caracterizan sus estrategias de enseñanza”. (Smith, 1988). Por lo tanto, se hace necesario aplicar la secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de expresión génica centrada en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, en un aula de bachillerato de grado noveno, que dé cuenta de las transformaciones en las concepciones de los estudiantes en cuanto a los mitos que manejan y el conocimiento real en cuanto a la genética se refiere es todo un reto que esta propuesta aborda.

Según Sanmartí e Izquierdo (1997), los centros escolares tienen como objetivo enseñar a pensar según modelos científicos, por lo tanto, los estudiantes han de reconocer sus propios modelos teóricos con los que llegan al aula, según las perspectivas constructivistas. El papel del educador consiste en que el estudiantado pueda observar similitudes y diferencias entre ambos modelos. Para que esto suceda debe haber un proceso de autorregulación y corrección del estudiante y un proceso de regulación por parte del educador, introduciendo nuevas experiencias, analogía, nuevos términos, diferentes formas de ver, valorar y explicar fenómenos.

Basado en lo anterior y en la perspectiva de Jorba y Sanmartí, “los conocimientos solo pueden ser adquiridos por los estudiantes a través de sus propias actividades, que los relacionan con los objetos del mundo material a partir de interacciones con los adultos y con los propios compañeros” (Jorba y Sanmartí, 1994).

La genética para Stewart y Kirk (1990) “es uno de los temas más tratados en la didáctica de la biología debido a su importancia y complejidad, ya que es un área de rápida expansión con importantes implicaciones económicas, éticas y sociales en general”. Mientras que Smith y Sims (1992), plantean que “está ampliamente reconocida como la base conceptual para la comprensión de la evolución y, por lo tanto, de la propia biología”. Planteamiento claramente establecido por Theodosius Dobzhansky cuando dice “Nada en biología tiene sentido si no es a la luz de la genética”

En este sentido han sido referentes teóricos claves las publicaciones de Banet, E. y

Ayuso, G.E. (2000), en uno de sus artículos titulado “Alternativas a la Enseñanza de la Genética en educación secundaria”, analizan algunas referencias importantes para la enseñanza de la genética. Considerando que los estudiantes aprenden a partir de lo que ya saben, se examinan sus concepciones cuando inician sus contactos académicos con la herencia biológica, se aportan criterios para seleccionar y secuenciar los contenidos relacionados con la localización, la transmisión y los cambios de la herencia biológica y se analiza las características que podrían tener las actividades de enseñanza para favorecer el aprendizaje de los estudiantes.

Así mismo las contribuciones de Íñiguez P, F. & Puigcerver O, M. et. al (2013), quienes en su tesis doctoral destacan que, “Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria” donde se aborda la enseñanza de la genética como uno de los temas de la biología que resulta didácticamente más conflictivo, entre otras cosas porque el modelo tradicional de enseñanza aplicado a los mecanismos de transmisión de la herencia biológica dificulta un verdadero aprendizaje. Una propuesta didáctica fundamentada en los principios del constructivismo pretende determinar qué modelo permite al alumnado alcanzar un mayor y mejor conocimiento de la estructura del material genético y de los procesos de transmisión de la información hereditaria; los resultados obtenidos apuntan a una mayor eficacia del modelo innovador. Postulado que respalda las intenciones del presente trabajo desde el punto de vista de innovación e inclusión del uso de tecnologías.

Por otro lado, las Tic en la enseñanza de las ciencias, encuentra importantes referentes en los trabajos realizados por Joselevich, M. (coord); Caraballo, D.; Cucci, G; Fantini, V.; Ferrante, C.; Graieb, A.; Hurovich, V.; & Prieto, M. (2014) en su título “Ciencias Naturales y TIC: orientaciones para la enseñanza” describen como la vida escolar no es ajena a este contexto de incorporación de nuevas tecnologías y como la integración de recursos tecnológicos afecta desde diversos puntos de vista el ámbito educativo. Los jóvenes tienen una nueva manera de relacionarse con la tecnología y sus usos. Al menos en contextos urbanos, utilizan celulares y otros dispositivos que llevan a clase y cuya presencia produce una gran variedad de respuestas en los

docentes, que van desde la prohibición de uso a la utilización con fines educativos.

Diversos autores coinciden en afirmar que la inclusión de las TIC en las prácticas de enseñanza aporta nuevas oportunidades para construir entornos de aprendizaje más significativos para los estudiantes, como Maggio., 2012; Tortosa, 2013 & Aksela, 2005. Facilitar la accesibilidad de los estudiantes al mundo digital, ayuda a contextualizar el conocimiento, le permite al estudiante acceder a información actualizada sobre los desarrollos científicos y tecnológicos, posibilita el trabajo colaborativo, facilita el manejo de gran cantidad de datos y la consecuente posibilidad de analizarlos desde un punto de vista cualitativo y favorece el uso de la tecnología en los trabajos de laboratorio.

Maggio, M. (2012), en su obra nos habla sobre la importancia de enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad realiza un análisis sobre la situación actual de la incorporación de la tecnología a la educación; estableciendo la hipótesis epistemológica: “las tecnologías de la información y la comunicación aparecen imbricadas en el conocimiento que se construye y esta es la clave para que su inclusión en las prácticas de la enseñanza resulte, por lo menos, necesaria” (p.172), además evidencia que actualmente el conocimiento se construye atravesado por las nuevas tecnologías tanto de forma disciplinar como no disciplinar; la inclusión genuina debe reconocer este hecho y comprenderlo, incluyendo los sentidos: epistemológico, en el reconocimiento de la creación del conocimiento en su contemporaneidad tecnológica; y cultural, en el reconocimiento de los modos de relacionarse, interactuar, conocer y aprender de los niños y jóvenes. Su aporte está en generar orientaciones para aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología en la construcción de propuestas educativas ricas y profundas, permite abordar escenarios culturales y cognitivos contemporáneos, así como acercarnos a modos más interesantes e intensos a las finalidades educativas del siglo XXI.

6.4. Reflexiones Epistemológicas

La enseñanza de las ciencias está obligada a ofrecer a los alumnos una idea de la naturaleza de las ciencias y de los procesos a través de los cuales se han construido los conceptos acordes a los momentos en los cuales se han desarrollado y cómo estos conceptos han ido evolucionando a través del tiempo. En sus orígenes, la didáctica de las ciencias tenía la concepción de que el conocimiento científico se construía a través de aportes personales sin tomar como elemento importante los obstáculos que se puedan presentar en ese trasegar. Además, que la ciencia poseía un método infalible llamado método científico, el cual brindaba una idea errónea de la imagen de los científicos ya que los hacía ver como “sabios” y a su vez éste método le brindaba a las teorías la forma de verdades inamovibles o dogmas.

Luego de esta concepción, la didáctica de las ciencias adoptó los planteamientos de filósofos ilustres tales como Khun, Toulmin, Lakatos, Fayerbrand, quienes consideraban que tanto la naturaleza de la ciencia como el mismo conocimiento científico, tenían un carácter cambiante y que este se debía al carácter constructivo del conocimiento a partir de las teorías de cada época y del mismo carácter colectivo de dicha construcción. Dicho esto, podemos decir que “la evolución de la didáctica de la ciencia establece un paralelo a los nuevos modelos de ciencia que se nutren de otras disciplinas tales como la sociología, la filosofía, la historia y la psicología llegando a considerar la ciencia como una actividad humana, compleja y muy difícil de explicar.” (Izquierdo, 2000).

6.5. Reflexiones Pedagógicas

Dentro de la enseñanza de las ciencias encontramos diversos modelos que han servido a los docentes para enmarcar su práctica, los cuales poseen cada uno tanto aspectos positivos como negativos, los cuales referenciamos a continuación.

6.5.1. Enseñanza por transmisión.

Es un modelo que a pesar de ser visto como poco idóneo resulta ser

paradójicamente uno de los más utilizados por parte de los docentes. Afirma Jiménez A. (2000) que “una posible causa sea el peso de la tradición ya que incluso es el método habitual de enseñanza de profesores que manifiestan no estar satisfechos del resultado de su aplicación”.

En este modelo el docente transmite información científica a sus estudiantes, los cuales serían solamente receptores de esta información para después simplemente repetirla. “Este modelo de enseñanza conseguirá un aprendizaje más memorístico que significativo” (Gil, 1993).

6.5.2. Enseñanza por descubrimiento.

Este modelo también es llamado modelo de enseñanza activa y pretende darle al estudiante un rol en el cual pasa de ser un individuo pasivo ante el conocimiento a convertirse en un individuo activo, capaz de construir su propio conocimiento. Este papel activo se del estudiante en su aprendizaje se hace desde el punto de vista psicológico y no físico-manipulativo por tal motivo este modelo es más conocido como modelo de enseñanza por descubrimiento.

Weil (1995), determina que este modelo consta de cinco fases fundamentales como lo son:

- a) La confrontación del estudiante con una situación problemática sorprendente.
- b) Verificación de los datos recogidos con respecto a la situación planteada.
- c) Experimentación en torno a dichos datos.
- d) Organización de la información recogida para su posterior explicación.
- e) Reflexión sobre la estrategia de investigación seguida.

Por esta razón, la enseñanza por descubrimiento está centrada en los procesos más que en el producto entregando mayor protagonismo al proceso de investigación y de experimentación científica dando un peso menor a los contenidos de las ciencias,

debido a esto, este modelo es criticado desde el punto de vista que se centra mucho en los procesos científicos los cuales no son independientes del manejo adecuado de conceptos.

6.5.3. Enseñanza Constructivista

A diferencia de los anteriores modelos, el modelo de enseñanza constructivista equilibra la importancia tanto del proceso como del concepto, bases fundamentales para el proceso de enseñanza - aprendizaje. Driver et al. (1989) analiza este modelo partiendo de “las concepciones que tienen los estudiantes del mundo circundante y que el proceso de enseñanza debe garantizar la evolución de dichos conceptos, aproximándose lo más posible al conocimiento científico erudito”.

Este modelo se basa en principios piagetianos que tienen como base la actividad constructiva de la mente en adición a los postulados ausubelianos que tienen como base la importancia de lo que el estudiante llega sabiendo al aula de clases. Ante esto, Jiménez Alexandre (2007), plantea que este modelo se basa en la perspectiva de Khun ya que ve la ciencia como un proceso de interpretación de la realidad a través de los constructos que pueden ser sustituidos por otros de mayor significación, estableciendo un paralelo entre la construcción del conocimiento erudito y la reconstrucción de las ideas alternativas o preconceptos de los estudiantes. Por lo cual queda establecido que la puerta de entrada a la reconstrucción de los conocimientos previos son los mismos conocimientos previos.

6.5.4. Modelos de enseñanza constructivista.

Tal como se planteó con anterioridad, estos modelos parten de las ideas previas o preconceptos de los estudiantes. La comunidad académica brinda un mayor reconocimiento a cuatro modelos cuyas ideas se esbozan a continuación:

6.5.4.1. El modelo de cambio conceptual.

Este modelo se relaciona con la propuesta piagetiana de asimilación y reacomodación, además de los cambios de paradigma de Khun. Presenta como punto de partida que el aprendizaje es el resultado de la interacción entre los conceptos y la experimentación, o sea, que para este modelo, aprender significa una reorganización mental y la posible incorporación de nuevos elementos. O sea, que considera que aprender es reordenar los antiguos conceptos y los nuevos.

A su vez, considera que para que pueda existir esta asimilación y reacomodación que produzca un cambio conceptual, se hacen necesarias ciertas condiciones tales como:

- a) La insatisfacción con los conceptos ya existentes.
- b) La compresibilidad de la nueva idea.
- c) La plausibilidad del concepto.
- d) La eficiencia y eficacia del nuevo concepto al momento de brindar mejores resultados que los ya existentes.

6.5.4.2. Modelo de enseñanza como investigación.

Este modelo surge como respuesta a la perspectiva reduccionista del modelo de cambio conceptual. Ya que según Núñez et al., (2000), este tiene en cuenta aspectos importantes del proceso enseñanza - aprendizaje como lo son “el cambio metodológico, el cambio axiológico, la recuperación del método científico y el establecimiento de la investigación como estrategia esencial para la enseñanza de las ciencias”. Dentro de este modelo se pueden distinguir la enseñanza como investigación dirigida, planteada por Gil et al. (1991) y el modelo propuesto por Porlan et al. (1998). La enseñanza basada en la investigación escolar. Estos modelos brindan diferentes principios didácticos que coadyuvan al proceso de construcción de unidades didácticas como lo son: la autonomía, la comunicación, la creatividad, la interdisciplinariedad, la cooperación, la lúdica y el uso de situaciones problémicas como situaciones

generadoras de conflictos cognitivos.

6.5.5. Modelo de los ciclos de aprendizaje de Lawson.

Siguiendo a Piaget, Lawson (1994) plantea un nuevo modelo al que nombra ciclos de aprendizaje y los agrupa de la siguiente manera:

- a) Ciclo Descriptivo: en este ciclo los estudiantes descubren y describen un patrón empírico dentro de un contexto específico. Durante este ciclo se responde a la pregunta ¿Qué? y no al ¿Por qué?
- b) Ciclo Empírico-abductivo: En este ciclo los estudiantes parten igual que en el ciclo anterior, pero deben usar un razonamiento analógico al cual se le llama abducción con el fin de aplicar conceptos de otros contextos al nuevo contexto (Transferencia de conocimiento)
- c) Ciclo Hipotético-Deductivo: Este ciclo parte de una pregunta generadora y se pide a los estudiantes proponer explicaciones de índole alternativa mediante el diseño de experiencias que comprueben dicha explicación.

6.5.6. Modelo de autorregulación de los aprendizajes.

Este modelo parte de la base que los estudiantes deben aprender a pensar en los centros escolares y, por tanto, Sanmartí e Izquierdo (1997), alegan que:

Los estudiantes deben ser conscientes de los modelos teóricos con los que llegan al aula de clases y a su vez, el docente debe entregarle a los estudiantes la posibilidad de encontrar similitudes y diferencias entre ambos modelos, el modelo escolar de inicio y el modelo escolar de arribo, a través del diseño de actividades de enseñanza adecuadas a cada objeto de estudio, actividades que motivadoras y que brinden al estudiante la información necesaria para promover tanto los mecanismos de control como de regulación de su proceso de aprendizaje, así como crear el ambiente propicio

para que el estudiante pueda expresarse oralmente y haya intercambio de opiniones permitiéndole contrastar diferentes puntos de vista. San Martí e Izquierdo (1997),

Por tanto, para este modelo el aprendizaje se considera como un proceso de autorregulación donde el estudiante es capaz de construir su propio sistema de aprendizaje, mejorándolo progresivamente, es decir, este modelo considera que el estudiante debe aprender a aprender.

6.6. Modelo científico sobre expresión génica.

6.6.1. Historia.

Los orígenes de la genética yacen en el desarrollo de teoría de la evolución, fue en 1858 cuando el origen de las especies y la variabilidad de las mismas fueron desarrollados mediante un trabajo de investigación realizado por Darwin y Wallace. Ellos describían cómo las nuevas especies surgían vía evolución y cómo la selección natural ocurría para evolucionar a nuevas formas. Sin embargo, ellos no conocían el rol que jugaban los genes en este fenómeno.

Más adelante en este periodo Haeckel predijo correctamente que el material hereditario estaba localizado en núcleo. Miescher por su parte mostró que el material en el núcleo era un ácido nucleico. A su vez, los cromosomas vistos como unidades transportadoras de información genética también fueron postulados alrededor de esta época.

(McClean, 2011)

A principios del siglo XX fueron postuladas tanto las leyes de Mendel como la teoría cromosómica. Cabe anotar que el trabajo de Mendel fue desconocido por mucho tiempo y no fue sino hasta 1900 que hubo un redescubrimiento de las leyes de Mendel mediante citaciones en diversas publicaciones. Durante esta misma época, el desarrollo de la teoría cromosómica abrió el camino de la citogenética. Y las primeras

observaciones de anormalidades cromosómicas (Duplicaciones, deleciones, translocaciones e inversiones) fueron reportadas.

(Study of principles of genetics, 2005)

Entre los años 1920 y mediados de 1950 se determinó que el ADN era un material genético, siendo establecido esto mediante los experimentos realizados con bacterias por parte de Griffith. Pero fue más adelante cuando Avery, MacLeod y McCarty mostraron que el ADN era el factor responsable de la herencia genética y la evolución de las cepas bacterianas estudiadas por Griffith. Fue entonces cuando Watson y Crick determinaron la estructura del ADN ayudado por los trabajos de radiología realizados por Rosalind Franklin mientras que otros científicos sugerían que el ADN contenía el código genético el cual fue descubierto a mediados del siglo XX. Durante esta misma época, Crick descubrió los procesos de transcripción y traducción y lideró la formación del dogma central de la biología molecular.

(McClean, 2011)

Entre los años 1950 y 1960, los científicos, François Jacob y Jacques Monod descubrieron el sistema operon *lac*, que es un operón requerido en la metabolización y el transporte de la lactosa en la *E. Coli*. Este se convirtió en el primer mecanismo de regulación de la expresión génica.

(Study of principles of genetics, 2005)

6.6.2. Modelo científico sobre expresión génica.

Para el desarrollo de la unidad genética propuesta, se realizará la transposición didáctica del modelo científico sobre expresión génica expresado por Mandal (2014) quien define la expresión génica como:

El código genético codifica para proteínas. La información del ADN es “traducida” en una cadena de aminoácidos que forman una proteína. Estas proteínas forman bloques de construcción para estructuras celulares y por último todo el cuerpo humano. Las

proteínas también forman enzimas y otros productos químicos que llevan a cabo varias funciones en el cuerpo. Cada gen puede codificar para diferentes proteínas y por ende, el número de proteínas conocidas que pueden existir en las células, es mayor que el número de genes. (Mandal, 2014).

6.7. Reflexiones generales sobre la didáctica de la genética.

Partiendo de lo planteado por Smith (1998), “la genética constituye uno de los conceptos más difíciles de comprender en la escuela secundaria, tanto por lo complejo y abstracto de sus contenidos como por las dificultades al momento de planear sus estrategias de enseñanza”. Por otro lado, se encuentra que “una gran cantidad de estudios indican que es un segmento de la biología que presenta muchos y graves errores conceptuales” (Kargbo et al., 1980).

Basándonos en Abril Gallego, A. M., & Manuel García, F. J. (2015). Se puede entonces decir que “estos errores conceptuales pueden ser atribuidos en su gran parte a la influencia de los medios de comunicación”; o porque “estos conceptos no han sido aprendido significativamente y han sido olvidados” (, 2005). Ahora bien, si tomamos como referencia que la manipulación y experimentación contribuyen del gran manera con el aprendizaje, encontramos otra dificultad tal como lo plantea Rodriguez Bugallo (1995) citado por Iñiguez (2005) quién manifiesta que “las experiencias prácticas en genética son difíciles de llevar a cabo de manera real, debido a la dificultad que presenta el manejar material vivo y el largo período de tiempo que implicaría su realización”. Lo anterior sumado a la real necesidad planteada por el mismo Iñiguez que:

Tanto los estudiantes como el público en general necesitan una comprensión de los temas básicos de genética (procesos biológicos, herencia y evolución) para ser ciudadanos con capacidad de tomar decisiones sobre temas tales como proyecto genoma humano, expresión fenotípica de síndromes, la inclusión de la terapia génica en la medicina, alimentación o procesos transgénicos (Iñiguez, 2005).

No obstante, y partiendo de la importancia de la comprensión de los temas de genética, encontramos que tanto en los estándares básicos de competencia como en algunos libros de texto de secundaria que las secuencias planteadas no consideran lo expuesto en las investigaciones actuales acerca de la didáctica de la genética.

6.8. Problemas que enfrenta el docente en la enseñanza de la genética.

6.8.1. Concepciones de los estudiantes referentes a la genética.

Tomando como punto de partida lo expuesto con anterioridad, donde planteábamos que los conceptos relacionados con la genética presentaban muchos obstáculos y concepciones alternativas, autores como Deadman y Kelly (1978) resaltan que “la ausencia de comprensión de los estudiantes de un concepto simple de herencia no les permite a los estudiantes desarrollar conceptos más complejos”.

Luego, Jhonstone y Mahmoud (1980) ponen de manifiesto que “la genética era una de las áreas más difíciles de aprender. Planteando que mucha de esta dificultad radica en la diversidad de concepciones alternativas que presentan los estudiantes al momento de llegar al aula de clases”. Retomando el estudio realizado por Iñiguez (2005) encontramos que realiza una serie de análisis de diversos estudios y plantea una serie de ideas de los estudiantes al momento de iniciarse en el estudio de temas de genética. Estos resultados se enumeran a continuación:

- Algunos alumnos no consideran que todos los seres vivos estén formados las células, especialmente vegetales, hongos y animales inferiores (Banet y Ayuso, 1995).
- Algunos estudiantes creen que no todos los seres vivos tengan genes o cromosomas, aun estando convencidos de que están formados por células. (Banet y Ayuso, 1995; Wood-Robinson et al., 1998).
- Presentan confusión sobre la naturaleza de los genes y los cromosomas, pensando algunos alumnos que un determinado organismo puede tener

cromosomas, pero no genes. (Pashiey, 1994a; Lewis y Wood-Robinson, 2000; Lewis et al., 2000).

- Hay alumnos que creen que la información hereditaria la poseen únicamente las células sexuales (Hackiing y Treagust, 1984; Banet y Ayuso, 1995; Lewis et al., 2000).

- La mayoría de estudiantes cree que cada célula lleva únicamente la información hereditaria necesaria para la función que realiza; por ejemplo, las células de hígado solo poseen información hereditaria necesaria para la función hepática (Hackiing y Treagust, 1984).

- La gran mayoría cree que los cromosomas sexuales se encuentran únicamente en los gametos (Longden, 1982; Radford y Bird-Stewart, 1982).

- Muchos alumnos creen que el ambiente puede influir en la aparición de un determinado carácter genético y que los factores ambientales tienen más influencia que los hereditarios. (Ramagoro y Wood-Robinson, 1995; Lewis et al, 2000).

7. Propuesta de Innovación

7.1. Contexto de Aplicación

El diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de expresión génica centrada en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, se aplicó en dos instituciones educativas oficiales del distrito de Barranquilla.

En la Institución Educativa Distrital San Salvador de carácter mixto, se tomó como muestra a 39 estudiantes de noveno grado, cuyas edades oscilan entre los 14 y 16 años. La propuesta de innovación se realizó desde el área de ciencias naturales en la asignatura de biología, la cual cuenta con una intensidad horaria de 4 horas semanales.

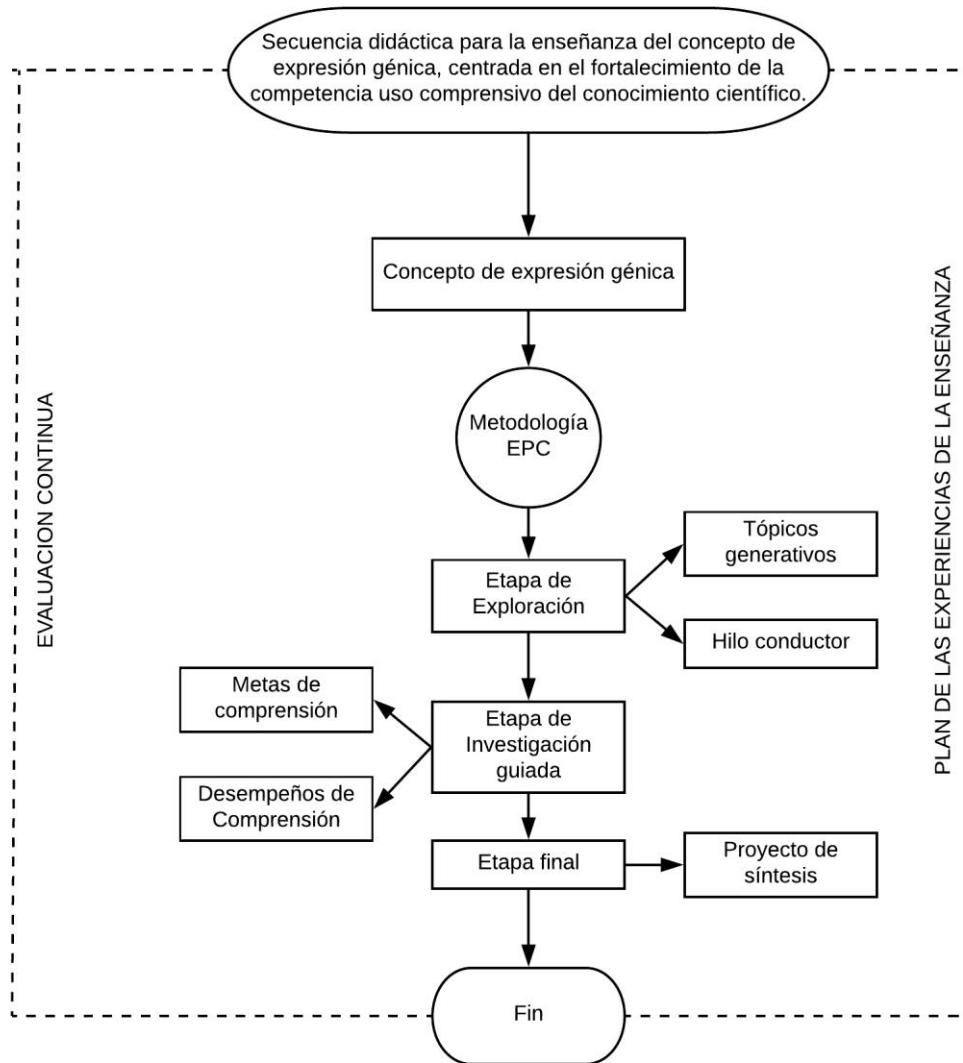
En la Institución Educativa Distrital Madre Marcelina, que atiende a una población femenina se tomó como muestra a 34 estudiantes de noveno grado, cuyas edades oscilan entre los 14 y 16 años. La propuesta de innovación se realizó desde el área de ciencias naturales en la asignatura de biología, la cual cuenta con una intensidad horaria de 5 horas semanales.

7.2. Planeación de la Innovación

La propuesta de innovación Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de expresión génica centrada en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, fue desarrollada mediante la unidad ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?, la cual contó con la planeación de dos clases. Cada una de las clases se desarrolló en 4 sesiones con una intensidad horaria de 2 horas por sesión, dos sesiones por semana y teniendo en cuenta la metodología de la enseñanza para la comprensión en la que se busca que nuestros estudiantes puedan actuar flexiblemente utilizando lo que aprendieron sobre expresión génica para por ejemplo responder a la pregunta ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?

Las secuencias de estas clases, esta demarcada por la estructura propia de la

metodología enseñanza para la comprensión, tal como se muestra en el diagrama siguiente:



7.2.1. Secuencia didáctica.

TITULO DE LA UNIDAD: ¿POR QUÉ NOS PARECEMOS A NUESTROS PADRES?	
POBLACIÓN: Estudiantes de 14 a 16 años, correspondientes al cuarto año de educación básica secundaria (9°).	
COMPONENTE: Entorno vivo.	
COMPETENCIA: Uso comprensivo del conocimiento científico (Comprensión).	
ESTANDAR: Explico la variedad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.	
DBA: Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.	
CLASE: 1 SESIONES: 4 I.H POR SESION: 2 Horas	
ETAPA 1 – ETAPA DE EXPLORACIÓN	
OBSTÁCULOS: A) Creer que la información hereditaria sólo se encuentra en células sexuales. B) No relacionar la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN.	HILOS CONDUCTORES: A) ¿Cuál es el material genético de los organismos? B) ¿Cómo explicarías que tú tienes rasgos de tus padres? C) ¿Cómo se diferencian los ácidos nucleicos?
TOPICOS GENERATIVOS	

SABER:

Términos claves: ADN, ARN, nucleótidos y bases nitrogenadas.

Reconozco la importancia del ADN como herramienta de análisis genético.

Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.

SABER HACER:

Saber interpretar la información respecto a los ácidos nucleicos

Elaborar cuadro comparativo entre ADN y ARN.

Saber modelar la estructura de ADN a partir de sus bases nitrogenadas.

SABER SER:

Escuchar activamente a mis compañeros y compañeras, reconociendo otros puntos de vista y comparándolos con los propios y de esta manera modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.

Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.

ETAPA2 : DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN**METAS DE COMPRENSIÓN:****Los estudiantes comprendan que:**

A) La información que controla la expresión de los caracteres hereditarios se localiza en el núcleo celular.

B) La porción de cromosomas que lleva la información para un carácter recibe el nombre de Gen.

C) Existen diferencias estructurales entre los ácidos nucleicos ADN y ARN.

D) Las moléculas de ADN y ARN están conformados por bases nitrogenadas.

DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN

A partir de un rompecabezas de bases nitrogenadas, el estudiante debe identificar la especie a la cual corresponde la secuencia genética entregada. Las cadenas de ADN resultantes deben ser coherentes con el apareamiento AT - GC.

Realizar rompecabezas de bases nitrogenadas, respetando los apareamientos. Socializar un cuadro comparativo entre las estructuras de ADN y ARN.

Autoevaluar los modelos realizados de estructuras de ADN y reflexionar acerca de la importancia del ADN y el ARN en el proceso de herencia genética.

ETAPA 3: PROYECTO FINAL DE SÍNTESIS

Los estudiantes deben modelar una estructura de ADN a partir de una ficha con los nucleótidos. El modelado de esta estructura, debe dar como resultado una doble hélice coherente

PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE LA ENSEÑANZA

Como actividad introductoria y motivacional, se muestra un video a los estudiantes sobre famosos que son muy parecidos a sus hijos <https://www.youtube.com/watch?v=3gfHkOtolnk>. Tras mirar el video, se les pide que consideren la pregunta ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres? (Lluvia de ideas) Esta actividad permite al docente identificar las ideas alternativas o preconcepciones de los estudiantes.

Se hacen explícitas las preguntas esenciales planteadas para esta clase y cuáles serán las tareas a solicitar como cierre de la unidad, a fin de ayudar a los estudiantes a reconocer cuál es el objetivo de la unidad y qué se espera de ellos.

Se pide a los estudiantes que en grupos, discutan los conceptos relevantes a la temática abordada a partir del contacto con la información entregada en la guía de trabajo. Como actividad de evaluación continua, se les pide a los estudiantes que registren los conceptos de los cuales ellos tenían una idea alternativa.

El docente realiza la fase de conceptualización a través de la explicación de los conceptos relevantes mediante el uso de diapositivas, videos, figuras, hojas impresas y modelos 3d.

Una vez incorporados los conceptos relevantes del tema, se les presenta a los estudiantes el modelo de doble hélice de la estructura de ADN.

Luego de reconocer las características de la doble hélice, se les entrega a los grupos de estudiantes una guía de trabajo con unas fichas de nucleótidos que tiene como finalidad estructurar una cadena de doble hélice.

Tras la modelización de la cadena de doble hélice, se les pide a los estudiantes que en sus grupos, realicen una socialización de cómo realizaron la construcción del modelo y qué características tuvieron en cuenta para dicha construcción.

TITULO DE LA UNIDAD: ¿POR QUÉ NOS PARECEMOS A NUESTROS PADRES?

POBLACIÓN: Estudiantes de 14 a 16 años, correspondientes al cuarto año de educación básica secundaria (9°).

COMPONENTE: Entorno vivo.

COMPETENCIA: Uso comprensivo del conocimiento científico (**Comprensión**).

ESTANDAR: Explico la variedad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.

DBA: Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.

CLASE: 1 **SESIONES:** 4 **I.H POR SESION:** 2 Horas

ETAPA 1 – ETAPA DE EXPLORACIÓN

OBSTÁCULOS:

Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética (Rotbain, Marbach-Ad y Stavy, 2006; Duncan y Reiser, 2007; Marbach-Ad, Rotbain y Stavy, 2008; Duncan, Rogat y Yardner, 2009).

HILOS CONDUCTORES:

¿Cómo explicarías que el ARN pueda reproducirse?

¿Dónde se forman los diferentes tipos de ARN?

Piensa en el proceso de reproducción celular, ¿Te parece que hay alguna relación con lo que acabamos de estudiar? Explícala.

¿Qué comprendes por la replicación del ADN?

	<p>¿Qué significa que la replicación del ADN es semiconservativa?</p> <p>¿Por qué en la replicación del ADN una cadena se sintetiza de manera continua y la otra discontinua?</p>
TOPICOS GENERATIVOS	
<p>SABER:</p> <p>Términos claves: ARN Mensajero, ARN Ribosómico, ARN de Transferencia, Replicación, Transcripción, Iniciación, Elongación, Terminación.</p> <p>Comparo y explico los tipos de ARN y su función en su proceso de replicación – transcripción.</p> <p>Diferencio las etapas de replicación, transcripción iniciación, elongación y terminación del ADN.</p> <p>Reconozco las enzimas que intervienen en el proceso de replicación y transcripción del ADN.</p> <p>SABER HACER:</p> <p>Verifico información relacionada con el proceso de iniciación, elongación y terminación de la replicación y transcripción del ADN.</p> <p>Elaboro la secuencia que va desde la replicación a la transcripción del ADN.</p> <p>Socializo las características tenidas en cuenta para la elaboración de la secuencia que va desde la replicación a la transcripción del ADN.</p> <p>SABER SER:</p> <p>Escuchar activamente a mis compañeros y compañeras, reconociendo otros puntos de vista y comparándolos con los propios y de esta manera modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</p> <p>Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.</p>	

ETAPA2 : DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN

METAS DE COMPRENSIÓN:

Los estudiantes comprendan que:

- A) El flujo de información genética es posible gracias a la naturaleza química de los ácidos nucleicos.
- B) Que existen diferentes tipos de ARN (Mensajero, Ribosómico y de Transferencia).
- C) Debido a la complementariedad de las bases nitrogenadas, el ADN se puede replicar y transcribir en ARN mensajero que lleva la información para fabricar la proteína

DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN

En equipos de 4 estudiantes y mediante el uso de fichas de cartón u otro material, realiza un modelo que explique cómo el ADN se puede replicar y transcribir en ARNm debido a la complementariedad de las bases nitrogenadas.

Esquemas que demuestren la comprensión de la temática.

Escritos en los cuales queden plasmados los modelos mentales de los estudiantes.
Intervenciones coherentes y consecuentes con la temática abordada y sus objetivos.

Autoevaluar los modelos realizados de estructuras de ADN y reflexionar acerca de la importancia del ADN y el ARN en el proceso de herencia genética.

ETAPA 3: PROYECTO FINAL DE SÍNTESIS

En equipos de 4 estudiantes, realiza una presentación o esquema en el que muestren a sus compañeros porqué el flujo de información genética es posible gracias a la naturaleza química de los ácidos nucleicos.

PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE LA ENSEÑANZA

Explicación del ARN y los tipos de ARN existentes.

Realización de un cuadro comparativo entre los diferentes tipos de ARN

Proyección de un video corto que explique cómo se da el proceso de formación de proteínas.

Explicación por parte del docente y mediante el uso de la guía del estudiante del proceso de replicación del ADN.

7.3. Evidencias de la aplicación parcial o total de la propuesta de innovación.



Gráfico 6 Etapa de investigación guiada, explicando el proceso de transcripción y duplicación del ADN mediante el uso de un modelo construido por estudiantes.



Gráfico 5 Etapa de Proyecto final de síntesis. Escribiendo un ensayo de descripción y explicación del proceso de duplicación I.E.D. Madre Marcelina

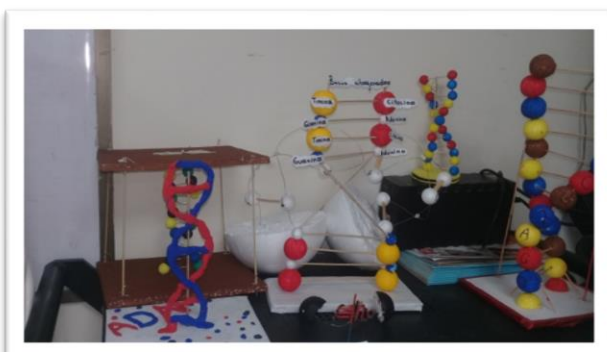


Gráfico 7 Representación de los modelos mentales de los estudiantes acerca de la molécula de ADN



Gráfico 8 Evaluación interactiva mediante el uso de la plataforma Kahoot!

7.4. Resultados

Después de aplicar las actividades en el aula de clases y recoger la información desde los diferentes instrumentos, guías y fichas que se aplicaron en el transcurso de la unidad didáctica, se identificaron las concepciones de los estudiantes acerca del concepto expresión génica, abordado de la enseñanza para la comprensión (EpC).

Para el proceso de categorización se empleó un cuadro que recoge tres aspectos fundamentales del desarrollo de la Unidad Didáctica (categorías) Aproximación teórica al modelo científico del concepto expresión génica, Metodología y mediación, Fortalecimiento de la competencia “Uso comprensivo del conocimiento científico”, cada

uno con sus respectivas subcategorías y respondiendo a las preguntas del Qué, Cómo y Para qué, en términos de progresión del aprendizaje y progresión de habilidades.

Paso seguido la identificación y caracterización de las concepciones de los estudiantes para explicar la expresión génica antes y después de la intervención didáctica. Este proceso conllevó a evaluar el modelo Enseñanza para la Comprensión (EpC), la progresión en la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, y la evolución en los modelos explicativos de los estudiantes.

Ahora bien, teniendo en cuenta que esta es una investigación de carácter cualitativo y que es el equipo investigador quien le otorga el significado a los resultados recogidos, se han organizado una serie de categorías, subcategoría e ítems que permiten realizar el análisis de los mismos. Estos niveles de distinción de tópicos se relacionan a continuación con los respectivos códigos de referencia:

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	ITEMS
CAT1: Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica.	SCAT1: Progresión de aprendizaje.	ITEM1: Ideas previas ITEM2: Obstáculos epistemológicos. ITEM3: Estándar básico de competencias.
CAT2: Metodología y Mediación	SCAT2: Aportes de las TIC	ITEM4: Visualización de conceptos abstractos. ITEM5: Aspecto motivacional.
	SCAT3: Etapas de la EPC	ITEM6: Exploración. ITEM7: Investigación Guiada. ITEM8: Proyecto final de síntesis.
CAT3: Fortalecimiento de la competencia “Uso	SCAT4: Progresión de habilidades.	ITEM9: Ejemplificar. ITEM10: Aplicar.

comprensivo del conocimiento científico”		ITEM11: Justificar. ITEM12: Comparar. ITEM13: Contextualizar. ITEM14: Generalizar.
--	--	---

Tabla 3: Categorías, subcategorías e ítems utilizados para el análisis de los resultados

7.4.1. Institución Educativa Distrital San Salvador.

7.4.1.1. Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica.

7.4.1.1.1. Progresión de aprendizaje

7.4.1.1.1.1. Ideas previas

Partiendo de que Armenta (2008) plantea que “los estudiantes cuando afrontan el aprendizaje de la genética no tienen total desconocimiento de los mismos”, podemos inferir que los estudiantes objeto de esta investigación presentan concepciones alternativas del concepto Expresión génica, concepciones que tal como lo indican Banet y Ayuso (2002), de que estos “han sido influidos por factores tales como los medios de comunicación, el ambiente escolar y el ambiente familiar. Debido a esto, podemos sustentar la pluralidad de resultados obtenidos en cuanto al concepto de Expresión Génica”. Tras analizar la información recolectada, encontramos que para la mayoría de la población, este concepto está relacionado con nuestra forma física, en respuestas tales como *“Son los parecidos que le sacamos a nuestros padres (La nariz, las orejas, los ojos, etc.). A medida que vaya creciendo se va notando más el parecido a nuestros padres”* o *“Es el parentesco que tienen los hijos con sus padres y así es una de las formas que se expresan los genes y los genes son transmitidos en el ADN”* (Ver gráficos 9 y 10), respuesta en la cual los estudiantes evidencian obstáculos epistemológicos de conocimiento general, Bachelard, (1976) alega que esto sucede “al afirmar que la expresión génica es una manifestación física heredada de nuestros padres y que esta manifestación se nota más mediante el crecimiento”.

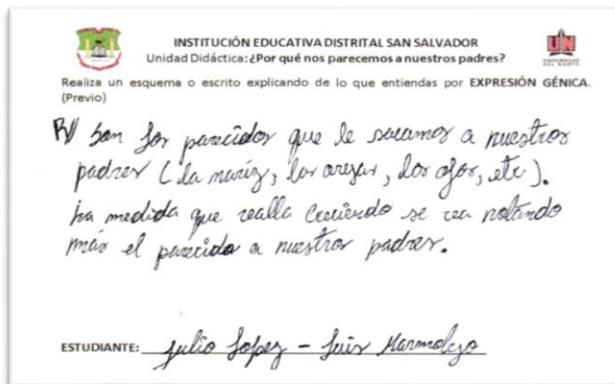


Gráfico 10 Concepción Alternativa del concepto Expresión Génica

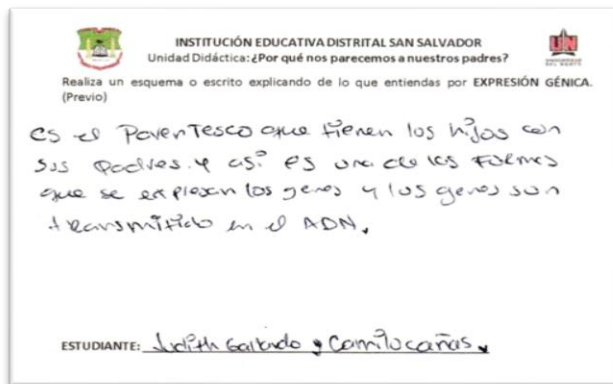


Gráfico 9 Concepción Alternativa del concepto Expresión Génica

En este concepto de expresión génica podemos notar que los estudiantes tienen cierta idea del cómo se expresan los genes en nuestro fenotipo, pero dejan de lado el uso de entidades claves como gen, replicación, transcripción, traducción, ribosomas, aminoácidos. Conceptos que cobran gran importancia al momento de realizar una explicación del modelo científico actual de expresión génica.

7.4.1.1.1.2. Obstáculos epistemológicos.

En revisiones literarias, se pudo evidenciar que existen impedimentos que limitan la capacidad de los estudiantes para hacer su construcción del conocimiento real o empírico. Ante esto, Bachelard (1976) plantea que “pueden clasificarse cinco obstáculos principales como lo son la experiencia básica, el obstáculo verbal, la explicación por la utilidad, el conocimiento general y el obstáculo animista”. Ahora tras el análisis de los resultados de la propuesta, encontramos que los obstáculos epistemológicos más frecuentes en lo que respecta al proceso enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con genética. En diversos estudios, aparecen listas de estos obstáculos. De dichos listados se seleccionaron tres obstáculos teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la etapa de exploración de ideas previas. Dichos obstáculos se referencian a continuación.

- Creencia de que la información hereditaria sólo se encuentra en células sexuales. (Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000).

- No relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN. (Iñiguez y Puigcerver, 2001).
- Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética (Rotbain, Marbach-Ad y Stavy, 2006; Duncan y Reiser, 2007).

Estos obstáculos pueden encontrarse en las respuestas dadas por parte de los estudiantes al momento de dar su concepto de expresión génica. Respuestas tales como:

- Que los genes se expresan en los rasgos físicos heredados de nuestros padres en los idiomas de los genes.
- Es por donde los genes expresan características similares a nuestros padres o familiares.
- Entendemos por expresión génica la forma científica de hablar de la genética.
- Es lo que la genética hace para darle vida a los genes.

Por lo tanto y partiendo del hecho que estos obstáculos epistemológicos son de gran influencia en el proceso de construcción y comprensión de conceptos, se hace necesaria una estrategia que permita afianzar la superación de dichos obstáculos y ayude con la progresión hacia la aproximación al modelo científicos escolar del concepto expresión génica.

Resultados tras la implementación de la propuesta:

Tras la implementación de la propuesta nuevamente se pidió a los estudiantes que representaran a través de un esquema o escrito qué entendían por Expresión génica ante esta petición, encontramos que la mayoría de los estudiantes relacionan el concepto de expresión génica con entidades como la replicación, transcripción, traducción, ARNm, proteínas, ribosomas y fenotipo. Obteniendo respuestas tales como *“La expresión génica se da con procesos tales como la replicación, transcripción y traducción de codones en aminoácidos después a proteínas y las proteínas se*

expresan en las diferentes características que tenemos todos los seres humanos”. O “La expresión génica es cuando el proceso de replicación, transcripción y traducción ya es hecho en proteínas y se forman los tejidos (nuestro cuerpo) es como si el ADN se expresara mediante nuestro cuerpo”. (Ver gráfico 11). En este tipo de respuestas evidenciamos que las concepciones de los estudiantes respecto al concepto de expresión génica se han sobrepuesto al obstáculo epistemológico planteado por Rotbain, Marbach-Ad y Stavy, 2006; Duncan y Reiser, 2007 que dice que en los estudiantes “Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética”. Evidenciándose de esta manera una progresión de aprendizaje del modelo científico escolar del concepto expresión génica.

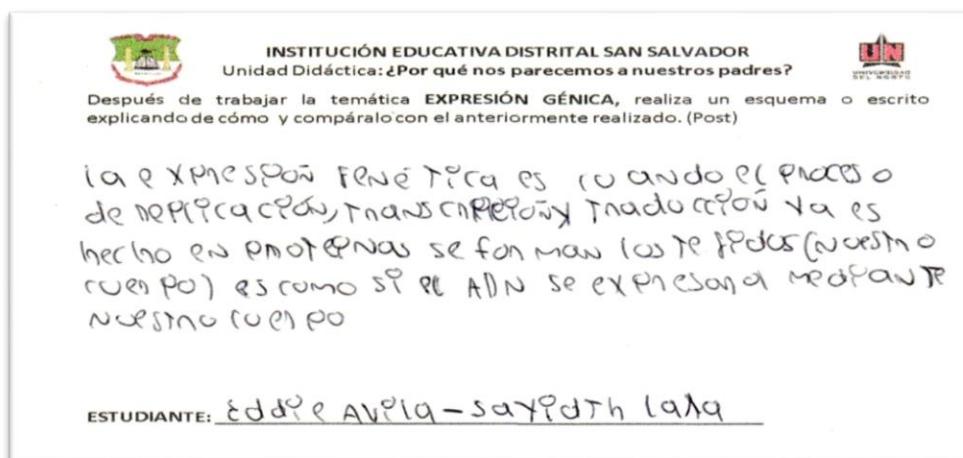


Gráfico 11 Concepción representativa de los estudiantes acerca del concepto Expresión génica tras la implementación de la propuesta.

Por otro lado, en lo que respecta al obstáculo epistemológico planteado por Iñiguez y Puigcerver, 2001 quienes sostienen que los estudiantes no relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN. Podemos evidenciar que los estudiantes ya encuentran relación entre genes, cromosomas y los ácidos nucleicos encontramos que después de la implementación de la propuesta, los estudiantes dieron respuestas tales como “Es por donde el ADN expresa sus cambios tanto físicos como normales, en nuestros cuerpos” o “La expresión génica se da con procesos tales como la replicación, transcripción y traducción de codones en aminoácidos después a

proteínas y las proteínas se expresan en las diferentes características que tenemos todos los seres humanos. o “La expresión génica es la forma en que se expresan los genes; lo genes mediante el ADN y el ADN mediante el RNA”, (Ver gráficos 12 y 13) lo que nos lleva a concluir que tras la implementación de la propuesta se encontraron en las respuestas de los estudiantes diferentes entidades que nos brindan una idea de las aproximaciones teóricas que han hecho los estudiantes al modelo científico escolar del concepto Expresión Génica. Por ende, se podría afirmar que al haber hecho consientes en los estudiantes sus propias ideas y explicitarlas, se logró conseguir una transformación gradual de las mismas a través del uso de aproximaciones sucesivas.

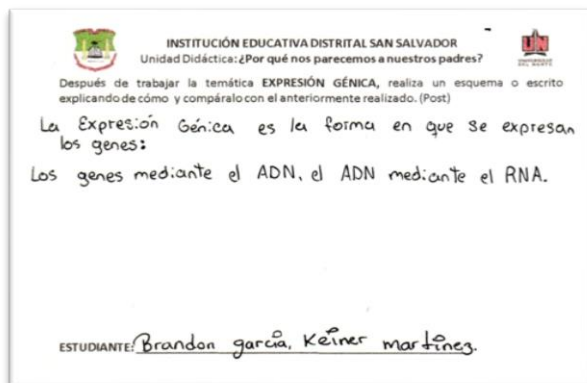


Gráfico 13 Concepción de los estudiantes acerca de cómo se realiza la expresión génica

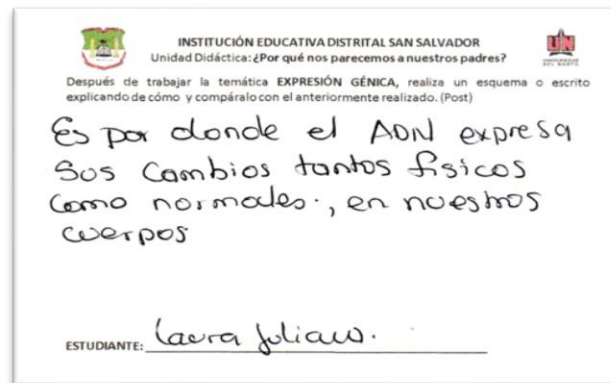


Gráfico 12 Concepción de los estudiantes acerca de cómo se realiza la expresión génica

7.4.1.1.1.3. Estándar Básico de Competencia:

Considerando la habilidad como la posibilidad que tiene el estudiante para utilizar sus conocimientos esenciales en la realización exitosa su vida estudiantil y que estas habilidades le permiten la satisfacción posterior de sus necesidades profesionales, constituyéndose en una vía de apropiación de contenidos, expresión de contenidos asimilados y favoreciendo la formación de otras habilidades (Rivera, 2002). Se procede a analizar la o las habilidades que plantea el estándar de esta propuesta que dice: “Explico la variedad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.” Encontramos que la habilidad a potenciar es la de explicar. Esta habilidad tal como lo plantean Betancour, et al, (2013) es una habilidad que a pesar de ser menos compleja, requiere de acciones

preliminares las que constituyen por sí mismas habilidades. Es decir, que esta habilidad requiere de otras habilidades como interpretar, analizar, evaluar e inferir. Por lo tanto, esta habilidad se torna en una habilidad compleja que requiere de la potenciación de otro tipo de habilidades. Betancour, et al, (2013) También demuestran que en ocasiones los estudiantes muy a pesar de poseer conocimientos acerca de un tema, no saben explicar; se muestran inseguros, desorganizados o dicen saber la respuesta o la solución pero no cómo expresarla o explicarla.

Desde la propuesta *“Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de expresión génica centrada en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico”* se pretenden potenciar habilidades como “Ejemplificar, Aplicar, Justificar, Comparar, Contextualizar y Generalizar” las cuales les entregarán a los estudiantes una batería de habilidades necesarias para la explicación.

7.4.1.2. Metodología y Mediación.

7.4.1.2.1. Aportes de las TIC

7.4.1.2.1.1. Visualización de conceptos abstractos

Antes de la implementación de la propuesta, el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto de expresión génica estaba basado en imágenes estáticas, ilustraciones de los textos o en una simple representación realizada por el docente, representaciones en las cuales no se realizaban analogías sino que simplemente se les mostraba a los estudiantes cómo sería la representación iconográfica del concepto o elemento que se iba a enseñar. Esto ocasionaba que los estudiantes no encontraran una significancia en sus vidas de los conceptos sino que se aprendieran de forma mecánica. Ante esto, Aduriz-Bravo (2011) plantea lo siguiente:

Para que el estudiante aprenda ciencias naturales en la escuela requerirá de una reconstrucción de los contenidos científicos por medio de una imagen adecuada sin embargo tal como se planteó al inicio, se utilizaban modelos científicos simplificados pero que no tenían referentes en las estructuras cognitivas de los estudiantes, llevándolos a incorporar de forma memorística modelos que no son completamente científicos.

7.4.1.2.1.2. *Aspecto motivacional.*

Rincón (2013) establece que “dos de las causas por la que los estudiantes presentan dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos relacionados con genética, son la metodología utilizada y la motivación frente a la temática”. Ante esto, la metodología tradicional en la enseñanza de la genética se veía distanciada de nuevas tendencias tales como metodologías constructivistas, aprendizaje colaborativo y el uso de nuevas tecnologías. Estas metodologías dejan de lado aspectos importantes como lo son los estilos de aprendizaje. Lo anterior conlleva a una razonable disminución en el aspecto motivacional por parte del estudiantado frente al proceso de enseñanza y aprendizaje. Ante esto, Valeiras, (2006) establece que “los docentes estamos llamados a diseñar estrategias didácticas ricas en la promoción de múltiples representaciones, habilidades y competencias intelectuales que les planteen nuevos desafíos” y es aquí donde el uso de las TIC ganan terreno ya que según Coca (2013), “los estudiantes se motivan mediante el uso de recursos audiovisuales los cuales una rápida comprensión de la temática al brindarle estas un toque de realidad a conceptos abstractos además de propender por incentivar el trabajo colaborativo e impulsan la participación”.

Resultados tras la implementación de la propuesta

El uso de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) actualmente cobran gran importancia en el ámbito educativo sobre todo en el mejoramiento permanente del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar (Kurt, 2001). Por otro lado, Sanmartí (2002) plantea que “el uso de estos recursos en la escuela debe hacerse de forma intencionada y teniendo en cuenta la finalidad educativa”. Lo anterior sumado a lo planteado Aduriz-Bravo y Galagovsky (1997) plantean que tras revisiones de los textos escolares se encontraron con que:

La utilización indiscriminada, secuencial y alternativa de diferentes modelos científicos, en sus representaciones más simplificadas, carentes de contexto histórico y, por lo tanto, sin indicación de sus alcances y limitaciones, mezclada con herramientas simbólicas que han surgido de convenciones y acuerdos entre científicos, pero que se enseñan como normativas, nos conducen a sugerir que

algunos modelos didácticos utilizados resultan de combinar, sin jerarquía y desordenadamente, modelos, instrumentos, representaciones y recursos sintácticos y semánticos provenientes de la ciencia erudita. (Aduriz-Bravo y Galagovsky, 1997)

Da como resultado que el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos en especial el concepto de nuestra propuesta, Expresión Génica deben estar mediados por una metodología que no sólo coadyuve en el aspecto motivacional sino que tenga una estructura diseñada de forma intencional para que el estudiante desarrolle y/o incorpore habilidades que le permitan entender conceptos científicos escolares. Es aquí donde la esta propuesta cobra gran importancia ya que al haber sido diseñada de forma intencional y teniendo en cuenta el planteamiento de Harper et al. (2000) quien señala que “el uso de las simulaciones computacionales aumenta día a día justifica el hecho que los estudiantes se mostraran motivados durante el proceso”. Convirtiéndola en una propuesta en la que Valeiras (2006) sostiene la premisa de que “el trabajo escolar está diseñado para superar el memorismo tradicional de las aulas y lograr un aprendizaje más integrador, autónomo y comprensivo, logrando de esta forma que los estudiantes se motivan mediante el uso de recursos audiovisuales los cuales les permiten una rápida comprensión de la temática”, lo cual coincide con las conclusiones de Coca, (2013) quien encontró que el uso de las TIC le brinda un toque de realidad a los conceptos abstractos, además de propender por incentivar el trabajo colaborativo e impulsan la participación, mientras que los estudiantes expuestos a una clase tradicional de corte conductista se sienten más desmotivados y el interés por los contenidos presentó una disminución significativa.

El uso de este tipo de metodologías mediadas por las TIC y bajo el enfoque de los autores de base, nos brindó un ambiente de trabajo donde uno de los principales aspectos era la motivación de los estudiantes, el trabajo colaborativo y sobre todo el interés y las altas expectativas que sumados a un alto índice de participación, permitieron el desarrollo de los contenidos y la obtención de resultados significativos en lo que concierne a la conceptualización del modelo científico escolar del concepto Expresión Génica.

7.4.1.3. Metodología y Mediación.

7.4.1.3.1. Etapas de la enseñanza para la comprensión.

7.4.1.3.1.1. Exploración, investigación guiada y proyecto final de síntesis.

En los últimos cincuenta años la psicología cognitiva acuñó diferentes conceptos para definir aquello que los maestros quieren que suceda en sus aulas: “aprender de verdad”. Aprendizaje, aprendizaje genuino, comprensión, aprendizaje significativo. (Pogré, 2001). Diversidad de términos que han sido utilizados para intentar dar explicación los procesos que nos permiten formarnos como sujetos activos en la realidad, como ciudadanos capaces de actuar con saber. No obstante, un punto de convergencia entre estas líneas investigativas es que no todos aprendemos de la misma forma ni con los mismos procesos. Ante esto, investigadores como Perkins, Gardner, Bruner, Perrone entre otros, desarrollaron la metodología que se tomó como base para el diseño de esta propuesta, teniendo en cuenta que el aprendizaje es un proceso complejo en el que cada sujeto resignifica la realidad a partir de una reconstrucción propia y singular. Rompiendo de esta manera la idea de homogeneidad y el diseño de clases para un estudiante promedio. Entonces, podemos entender la comprensión como la capacidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que sabe Perkins (1999) y menciona que “esta metodología nos exige el diseño de metas de comprensión las cuales nos permitirán como docentes identificar los conceptos, procesos y habilidades que queremos que los estudiantes desarrollen durante la clase en nuestro caso”. Además de diseñar actividades que exigen que los estudiantes usen el conocimiento en diversas formas y situaciones, actividades que conduzcan a los estudiantes a reconfigurar, expandir y aplicar lo aprendido al mismo tiempo que exploren y construyan nuevos conceptos a partir de sus ideas alternativas. Estas actividades deben verse permeadas continuamente por un proceso que brinde sistemáticamente a los estudiantes una retroalimentación constante que contribuya a mejorar sus desempeños de comprensión o evaluación diagnóstica continua.

En lo que corresponde a esta propuesta, se desarrollaron las tres etapas de la enseñanza para la comprensión acorde a la metodología como lo son:

7.4.1.3.1.2. *Etapas de Exploración:*

Durante esta etapa se desarrollaron actividades tales como la proyección de un video en el cual se muestra una serie de personajes famosos con sus hijos, en este video se ve el gran parecido entre padre o madre e hijo o hija. Luego se realizó el planteamiento de interrogantes tales como ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres? Pregunta que conecta el concepto a tratar con los conocimientos previos de los estudiantes involucrándolos de forma auténtica y significativa con el tópico generativo, despertando en los estudiantes curiosidad e inquietudes lo cual los lleva a plantearse preguntas significativas permitiéndoles ver cómo las preguntas disciplinares tienen relevancia en problemas cotidianos.

7.4.1.3.1.3. *Etapas de investigación dirigida.*

El objetivo planteado para esta etapa era ayudar al estudiante a fortalecer su competencia y flexibilidad con el uso de conceptos y habilidades. Es una etapa en la cual se guía al estudiante en el desarrollo de propias comprensiones mediante el uso de una investigación formal que les permite utilizar los conceptos, habilidades y recursos disciplinares para la solución de dilemas propios de la disciplina o del concepto. Expresión Génica durante esta fase se crearon desempeños flexibles centrados en el estudiante para ayudarlos a dominar de mejor manera los conceptos. Estos desempeños son marcados por las metas de comprensión establecidas en la planeación. Para esta etapa se plantearon a los estudiantes retos en los cuales se debían colocar a prueba los conocimientos adquiridos resolviendo problemas propios del concepto (*Ver gráfico 14*) y también a representar mediante su cotidianidad otros conceptos abstractos utilizando modelos o esquemas. (*Ver ilustración 15*).

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL SAN SALVADOR
 Área: ciencias naturales | Asignatura: biología | Grado: noveno
 Unidad Didáctica: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?
 INTEGRANTES: Brandon García - Alejandro Sland - Kiker Martínez | FECHA: Nov 13 - 2017

HOJA DE ACTIVIDADES

1- En base a la hebra molde, debes **REFUCAR** la nueva hebra de ADN. Para esto debes considerar cuáles son las bases nitrogenadas complementarias.

3' TACGCACCTAGCGTTAAACAGACATT 5'
 A T G C G T G G A T C G C A A T T T G G T C T G T A A

2- TRANSCRIBE la hebra molde, para formar una molécula de ARNm.

3' TACGCACCTAGCGTTAAACAGACATT 5'
 A U G C G U G G A U C G A A U U G U U A A

3- ¿Cuántos CODONES tiene la hebra de ARNm formado? 9

4- **TRADUCE** la molécula de ARNm formado. Para esto debes utilizar la tabla que se encuentra en la guía.

Met Arg Ala Ser Gln Phe Gly Leu Stop

5- ¿Cuántos aminoácidos tiene el péptido formado? 9

6- Si el mensaje del ADN es TTA CGG CCG ATA, ¿cuáles deben ser los codones en el ARNm?

AAU GGC GGC UAU

7- Sobre la base del video que se presenta a continuación y con la ayuda de la bibliografía de referencia y la información que busquen en internet, respondan las siguientes preguntas:

a) Video sobre el proceso de duplicación del ADN: La replicación del ADN (<https://youtu.be/T-g-G0-kehU>)
 b) ¿Cuáles son las enzimas que participan en el proceso de duplicación del ADN? ¿Qué función cumple cada una?
 c) ¿En qué lugar de la célula ocurre el proceso de duplicación? ¿Cuál es su producto?
 d) ¿Cuál es la causa de la mutación ocurrida en la duplicación que muestra el video? ¿Cuál es la definición de mutación? ¿Todas las mutaciones se originan de esta manera?

8- Escribe la secuencia de aminoácidos que se puede originar a partir del ARNm siguiente (considera el primer codón de dicha secuencia de ARNm como el triplete que codifica al primer aminoácido de la cadena).

5' C A C G U G G G G A G A C U U U A U G U C 3'
 The Arg Gly Met Ser Phe Tyr Val

Si el U que está en rojo se cambiara por una C:
 ¿Cómo se llamaría ese proceso? ¿Tendría consecuencias para la célula? Explica.
 ¿Qué ocurriría si desapareciera la base señalada? ¿Cómo se llamaría a ese proceso?

9- Basándose en lo trabajado, redacten un ensayo (de no más de una página) que describa y explique el proceso de *transcripción*.

Gráfico 14 Resolución de problemas de transcripción, replicación y traducción del ADN

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL SAN SALVADOR
 Unidad Didáctica: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?
 Teniendo en cuenta que el ADN contenido dentro de una célula tiene una longitud aproximada de 2 metros, y que una célula tiene un diámetro inferior a 1 milímetro. Realiza un esquema de la forma en que el ADN se encuentra empaquetado en el núcleo de la célula. Realiza una analogía con algo cotidiano y explícalo.

ADN empaquetado en el núcleo de la célula.

sopa de Ramen SS

Creo que es parecido a el Ramen

ESTUDIANTE: Brenda Mercado Casas

Gráfico 15 Representación icónica de cómo se empaqueta el ADN dentro del núcleo de la célula

7.4.1.3.1.4. Etapa proyecto final de síntesis:

Esta fase pretendía que el estudiante demostrara sus competencias mediante el desarrollo de proyectos o productos, los cuales nos permitirían como docentes ver el logro de comprensión al cual han llegado nuestros estudiantes respecto a los tópicos generativos y las metas de comprensión planteadas en el diseño. Este trabajo tiene como características que debe ser algo que los estudiantes pudiesen hacer en la vida cotidiana, un proyecto con altos requerimientos de reflexión y trabajo en el que se demuestre clara y convincentemente el grado de profundización de la comprensión. En otras palabras es pedirles a los estudiantes que integren los conocimientos, propósitos y métodos que han visto durante el transcurso de la unidad. Para esta etapa, se les pidió a los estudiantes redactar un ensayo en el que se sintetizaran los conceptos claves de la unidad, este instrumento nos permitiría evidenciar el grado de comprensión de los estudiantes. Ver anexo 1

Fortalecimiento de la competencia “Uso comprensivo del conocimiento científico”

7.4.1.3.2. Progresión de habilidades

7.4.1.3.2.1. Ejemplificar, Aplicar, Justificar, Comparar, Contextualizar y Generalizar

En la IED San Salvador no se trabajaba la potenciación de la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, se planeaban las clases desde el punto de vista del estudiante promedio y no se tenía una metodología específica.

Resultados tras la implementación de la propuesta

Teniendo en cuenta que las habilidades que se desean potencializar mediante la implementación de esta propuesta son “*Ejemplificar, Aplicar, Justificar, Comparar, Contextualizar y Generalizar*” y que estas habilidades nos permiten medir el grado de comprensión que tienen los estudiantes, podemos evidenciar que estas habilidades se han visto fortalecidas a través de las actividades realizadas y que muchas veces se encuentran ligadas entre sí en esquemas y respuestas dadas por los estudiantes. Por ejemplo, al analizar el gráfico 16, podemos encontrar que las habilidades ejemplificar, aplicar, comparar, contextualizar y generalizar se encuentran relacionadas en un solo esquema. Lo mismo sucede con el gráfico 17 en el cual podemos observar relacionadas las habilidades de la ejemplificación, aplicación, generalización y comparación. Tomando estos esquemas como los más representativos, pero no dejando de lado que en un alto porcentaje de los resultados de la aplicación encontramos una progresión en términos de las habilidades propias de la comprensión.

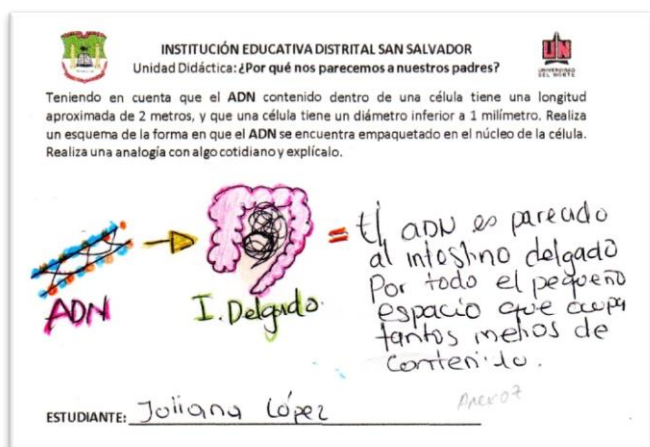


Gráfico 17 : Representación icónica del ADN donde se evidencia el uso de habilidades tales como ejemplificar, aplicar, comparar, contextualizar y generalizar. Caso 1.

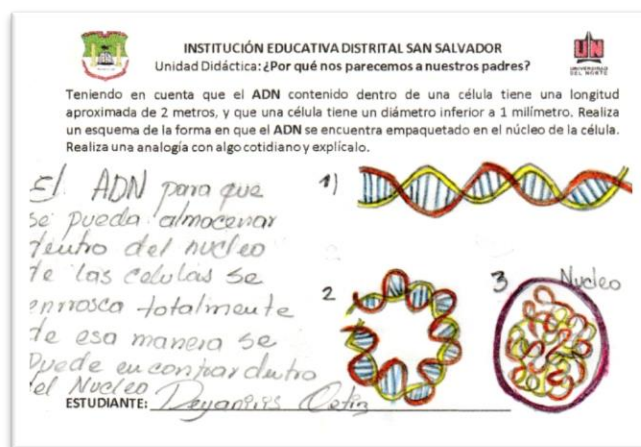


Gráfico 16 Representación icónica del ADN donde se evidencia el uso de habilidades tales como ejemplificar, aplicar, comparar, contextualizar y generalizar. Caso 2.

7.4.2. Institución Educativa Madre Marcelina.

7.4.2.1. Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica.

7.4.2.1.1. Progresión de aprendizaje.

7.4.2.1.1.1. Ideas previas.

Frente a una de las actividades donde las estudiantes debían responder a preguntas orientadoras encaminadas a conocer porque nos parecemos a nuestros parientes o a nuestros semejantes y los factores que influyen en la manifestación de dicha apariencia, se encontraron concepciones encaminadas hacia la idea de la expresión génica como evento transmisionista en frases como “Nuestros padres nos pasan información” o dependiente de los ancestros “Las características físicas se transmiten de generación en generación” y anotación de factores como la dominancia y la combinación genética “El parentesco depende si los genes son dominantes o recesivos”; “Los rasgos semejantes se dan por combinación genética”.

Desde otras actividades de modelación, de conceptualización y socialización es posible identificar algunas ideas previas o concepciones, que tal como lo indican Banet y Ayuso (2002), han sido influidos por factores tales como los medios de comunicación, el ambiente escolar y el ambiente familiar, relacionando la expresión génica con términos como la mitosis y la meiosis, haciendo casi un paralelo conceptual entre los procesos de reproducción celular con aspectos de replicación, transcripción y traducción, así mismo se logró identificar la idea que solo existe material genético en las células sexuales y que el óvulo y el espermatozoides tienen en sí mismos y de manera exclusiva toda la información de una nueva vida, sumado a ello las concepciones previas del modelo de ADN a manera de espiral, cadena secuencial, escalera, rompecabezas o estructura casi lineal, así mismo que es multicolor y con el azúcar pentosa y los grupos fosfato definidos en figura geométricas como pentágonos, círculos o cuadrados, otra de las ideas previas encontradas está directamente relacionada con los aportes de Gregor Mendel, se tiene la concepción que el monje y naturalista fue el responsable del descubrimiento del ADN.

7.4.2.1.1.2. Obstáculos Epistemológicos:

Tomando como referencia a Francisco Iñiguez Porras y Manel Puigcerver Oliván, en su trabajo del 2013 *“Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria”* se caracterizan algunas de las principales concepciones alternativas y previas de los estudiantes.

1. No todos los seres vivos están formados por células (Banet y Ayuso, 1995).
2. No todos los seres vivos tienen genes y cromosomas (Wood-Robinson, Lewis, Leach y Driver, 1998).
3. Existe la creencia de que algunos organismos pueden tener cromosomas, pero no genes, lo que evidencia la confusión y el desconocimiento de dichas estructuras. (Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000).
4. La información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales (Hackling y Treagust, 1984; Banet y Ayuso, 2000).
5. Cada célula posee la información genética necesaria para su propia función (Hackling y Treagust, 1984).
6. Los cromosomas sexuales sólo se encuentran en los gametos (Longden, 1982; Radford y Bird-Stewart, 1982; Banet, 2000).
7. El ambiente puede influir en la aparición de un determinado carácter hasta el punto de considerar algunos alumnos que los factores ambientales tienen más influencia que los hereditarios. (Ramagoro y Wood-Robinson, 1995)
8. Los alumnos no identifican ni relacionan correctamente la estructura y la función de los cromosomas (Brown, 1990; Stewart, Hafner y Dale, 1990; Kibuka-Sebitosi, 2007).
9. No relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN (Iñiguez y Puigcerver, 2001; Caballero, 2008).

10. La meiosis supone una importante dificultad durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la herencia biológica y los estudiantes no la relacionan con el proceso de formación de gametos ni con la resolución de problemas de genética (Stewart y Dale, 1989; Kindfield, 1994; Ibáñez y Martínez Aznar, 2005).

11. Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética (Rotbain, Marbach-Ad y Stavy, 2006; Duncan y Reiser, 2007; Marbach-Ad, Rotbain y Stavy, 2008; Duncan, Rogat y Yardner, 2009).

A partir de lo anterior ha sido posible identificar obstáculos epistemológicos en lo que respecta al proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con genética, de los cuales han sido seleccionados los tres más frecuentes en coherencia con la etapa de exploración, definidos de la siguiente manera:

1. Creencia de que la información hereditaria sólo se encuentra en células sexuales. (Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000):

El genoma constituye el patrimonio genético de un individuo. Por lo tanto, es el legado de nuestros parentales, alojado en 23 pares de cromosomas que se ubican en el núcleo de cada una de las células corporales (células óseas, musculares, nerviosas, epiteliales...) es decir cada una tiene 46 cromosomas en total en cada una de las células del cuerpo humano. Pero las células sexuales, el espermatozoide (masculino) y el óvulo (femenino), poseen la mitad: 23 cromosomas. Cada persona arma su patrimonio genético a partir de sus padres, cuando se fusionan el óvulo materno con el espermatozoide paterno, proceso que se conoce como fecundación. Recibimos 23 pares de cromosomas y cada padre aporta uno de los miembros de cada par. Este error epistemológico se hace evidente en la revisión de algunas actividades y expresiones como:



“Grupo 6: Cuando ocurre la fecundación, los gametos reparten sus cromosomas de manera equitativa brindando así características físicas y genéticas de ambos incluidas sus descendencias”.

Grupo 1: El parecido con nuestros padres se basa en la *transmisión genética que ocurre al momento de la repartición de cromosomas* dando características anatómicas y fisiológicas al nuevo organismo herederos de los progenitores.

2. No relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN. (Iñiguez y Puigcerver, 2001; Caballero, 2008)

Los genes son segmentos de ADN; El ADN, está formado por nucleótidos, tiene forma de una doble hélice. Dentro de cada célula, el ADN se enrolla y forma a los cromosomas, cada especie tiene un numero específico de cromosomas agrupados en pares. De acuerdo a lo anterior a las estudiantes se les dificulta relacionar los genes con el ADN en sí y miran en ocasiones los cromosomas como entes aislados al proceso de la herencia o como simples contenedores del material genético. Se evidencia en frases:

“En el gen se encuentra la información de los gametos y esta información es <Traspasada> a la llamada célula madre que se reproduce dando orígenes a células iguales” (Ver gráfico 18)

	INSTITUCION EDUCATIVA DISTRITAL MADRE MARCELINA			
	Área: ciencias naturales	Asignatura: biología	Grado: noveno	
	Unidad: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?			

Nombre del estudiante: Alyandra Acosta Rojas

Actividad 1:



- 1) Opino que fue una excelente forma de trabajar pues cada uno realizó procesos y análisis que llevaron a cabo el descubrimiento del ADN, con este descubrimiento se pueden realizar muchos experimentos y cambios en la sociedad, gracias a que el ADN es el almacenamiento de la información GENÉTICA de los individuos, información genética que gracias a la ciencia de hoy en día puede ser modificada.
- 2) Phredus Levene, puesto que este descubrió lo que es el ADN, ARN y la base nitrogenada, cosa que ayudó demasiado a siguientes estudios con este aspecto.
- 3) Si, Phredus Levene determinó que la unidad básica del ADN está conformada por fosfato - azúcar - base nitrogenada a lo cual llamo nucleótido.
- 4) Con la aporte de Griffith, la hallazgos Avery y los experimentos de Hershey, se logró realizar un avance que es la determinación de que el ADN es la molécula responsable de la herencia, dando paso a estudios realizados por otros científicos (estudios de difracción de rayos X) que la estructura molecular del ADN es doble hélice.
- 5) Este descubrimiento a conllevado al conocimiento de toda la información genética de una variedad de organismos, permitiendo enorme avance para la sociedad y su futuro.

Actividad 2:

- 1) La causa del parecido inter generacional es que en el gen se encuentra la información de los gametos y esta información es "transmitida" a la llamada célula madre que se reproduce dando origen a células iguales.
- 2) por los procesos naturales que realiza nuestra genética.

Gráfico 18 Dificultades al relacionar los genes con el ADN

“Soy el resultado de la mezcla de toda la información genética y depende a la dominancia de esos genes mi parecido se inclina a uno de mis padres” (Ver gráfico 19)

	INSTITUCION EDUCATIVA DISTRITAL MADRE MARCELINA			
	Área: ciencias naturales	Asignatura: biología	Grado: noveno	
	Unidad: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?			

Nombre del estudiante: Alyandra Acosta Sayari

Actividad 1:

Opino que fue una excelente forma de trabajar pues cada uno realizó procesos y análisis que llevaron a cabo el descubrimiento del ADN, con este descubrimiento se pueden realizar muchos experimentos y cambios en la sociedad, gracias a que el ADN es el almacenamiento de la información GENÉTICA de los individuos, información genética que gracias a la acción de los genes puede ser modificada.

Phoebus Levene, puesto que este descubrió lo que es el ADN, ARN y la base nitrogenada, cosa que ayudó demasiado a siguientes estudios con este aspecto.

Si, Phoebus Levene determinó que la unidad básica del ADN está conformada por fosfato - azúcar - base nitrogenada a la cual llamo nucleótido.

Con la ayuda de Griffith, la hallazgo Avery y los experimentos de Hershey se logró realizar un avance que es la determinación de que el ADN es la molécula responsable de la herencia, dando paso a estudios realizados por otros científicos (estudio de difracción de rayos X) que le estructura molécula del ADN de doble hélice.

Este descubrimiento a conllevado al conocimiento de toda la información genética de una variedad de organismos, permitiendo enorme avance para la sociedad y su futuro.

Actividad 2:

La causa del pasado inter generacional es que en el gen se encuentra la información de los gametos y esta información es "empaquetada" a la llamada célula madre que se reproduce dando origen a células iguales.

por los procesos naturales que realiza nuestra genética.

Gráfico 19 Dificultad en la relación de los genes con el ADN

En muchas de las respuestas de las estudiantes fue evidente la relación de la herencia con los genes, sin embargo, en ningún escrito hay mención del papel de los cromosomas en la dinámica de expresión génica, pese a que las estudiantes si conocen el término e incluso la modelación del mismo, pues se hace presente en anexos como la guía donde se realiza un esquema de la forma como el ADN se encuentra empaquetado en el núcleo de la célula.

(Ver gráficos 20 y 21)

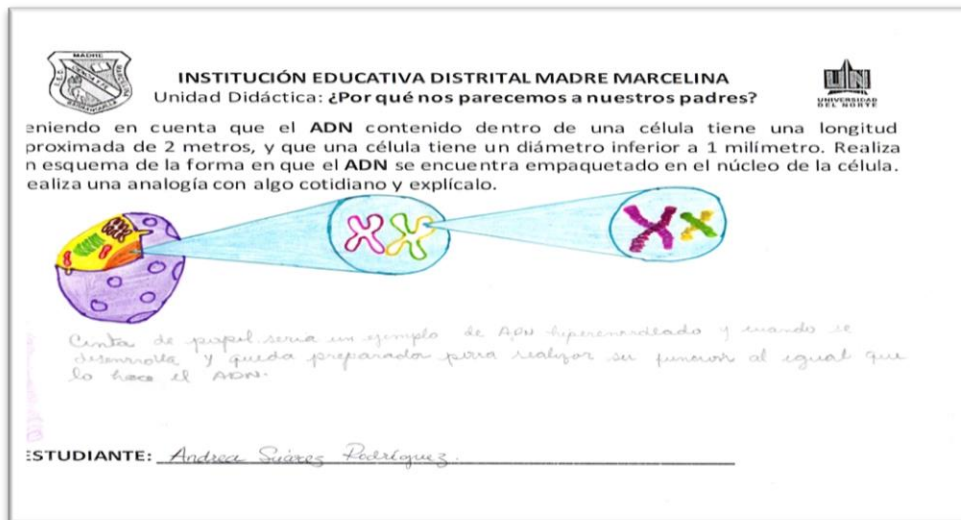


Gráfico 21 Evidencia de la relación de la herencia con los genes, sin embargo, en ningún escrito hay mención del papel de los cromosomas en la dinámica de expresión génica

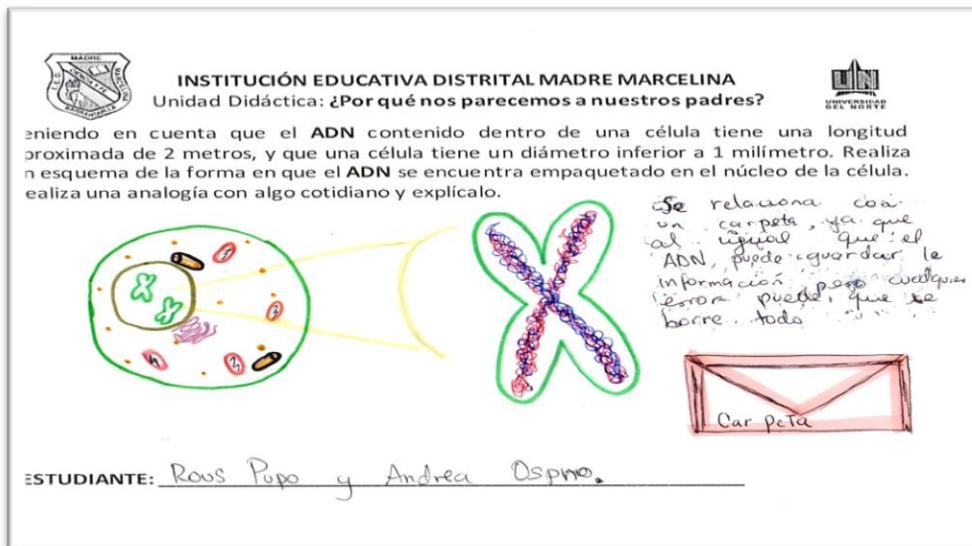


Gráfico 20 Evidencia de la relación de la herencia con los genes, sin embargo, en ningún escrito hay mención del papel de los cromosomas en la dinámica de expresión génica

1. Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética (Rotbain, Marbach-Ad y Stavy, 2006; Duncan y Reiser, 2007; Marbach-Ad, Rotbain y Stavy, 2008; Duncan, Rogat y Yardner, 2009).

En este punto es preciso recordar que la información genética contenida en la molécula de ADN se expresa dando lugar a proteínas, mediante los procesos de transcripción, paso por el que la información se transfiere a una molécula de ARN



mensajero (ARN-m) y, mediante el proceso de la traducción el mensaje transportado por el ARN-m se traduce a proteína.

En los documentos de los estudiantes analizados no se logra observar una variable que relacione el material genético a los procesos de síntesis de proteínas, muchas veces se piensa que son hebras distintas las que se heredan a las que realizan el proceso de replicación, transcripción y traducción, podría decirse que casi que se separa el material genético presente en las células al material genético que el organismo utiliza para generar proteínas. En este sentido y pese a que las estudiantes explican, modelan y esquematizan de muy buena forma los procesos de síntesis de proteínas, no relacionan el mismo con la expresión de la información genética.

Otro de los obstáculos encontrados y que se interpretan como ideas alternativas en las estudiantes, que no mencionan Iñiguez Porras y Puigcerver O (2013) se encuentra en *asociar la herencia biológica solamente a los rasgos físicos o fenotipo*, y que se hizo muy evidente en los escritos y algunas intervenciones de las estudiantes. Si bien es cierto los factores hereditarios dominantes son aquellos que se expresan en el fenotipo y son los más evidentes, se debe superar el obstáculo y empezar la comprensión de la herencia teniendo en cuenta el genotipo y que además hay caracteres que no son evidentes a simple vista como es el caso de algunas enfermedades o rasgos asociados a la personalidad, cognición, afectividad, desarrollo inmunitario, factores lingüísticos, entre otros. Y aunque estos últimos tienen más relación a variables multifactoriales en los que se tiene en cuenta el ambiente de desarrollo y otros más, es importante aclarar que no solo se heredan rasgos físicos sino predisposiciones en otros aspectos de la vida.

A ejemplo y evidencia del obstáculo identificado se cita:

“La causa del parecido puede ser la combinación de los genes de los padres que se ven reflejados en el fenotipo del hijo” (*Ver gráfico 22*).

	INSTITUCION EDUCATIVA DISTRITAL MADRE MARCELINA			
	Área: ciencias naturales	Asignatura: biología	Grado: noveno B	
	Unidad: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?			

Nombre del estudiante: Maria Monica Figueroa Coronado

Actividad 1:

La forma en que los científicos dieron sus hallazgos se consecutiva ya que los aportes de uno ayudaban a el otro a complementarse.

Moebius Levene ya que este determino la existencia del ADN y su estructura y tambien aporte que el ADN su forma por C,G,A,T.

bases nitrogenadas, grupos fosfatos, Azucares

Un avance importante fueron los rayos X que ayudaron a ver la estructura de el ADN.

Es importante ya que gracias a estos descubrimientos nos ayudan a conocer un poquito mas de esta historia y sobre que estamos formados

Actividad 2:

La causa del parecido pueden ser la combinación de los genes de los padres que se van reflejar en el fenotipo del hijo.

Esto es posible ya que el ADN de los padres se transmite a los hijos.

Gráfico 22 Asociación de la herencia biológica sólo a los rasgos físicos o fenotipo

Otras respuestas que evidencian estos obstáculos se citan a continuación:

“La causa puede ser porque los hijos heredan los rasgos físicos de los padres”

“Cuando era más pequeña me parecía a mi papá, pero ahora me parezco a mi mamá, considero que el gen de mi mamá y algunos de mi papá tuvieron predominancia a la hora de la combinación de los genes de mis progenitores”

Estos obstáculos identificados, definidos y ejemplificados anteriormente se pueden evidenciar también en las respuestas dadas por parte de los estudiantes al momento de dar su concepto de expresión génica. Respuestas tales como:

“Manera en la cual se expresan los procesos que realiza el ADN, ya sean transcripción, reducción o duplicación”

“La expresión génica es el proceso por donde el gen se activa para codificar las

proteínas”

“Se entiende por expresión génica el proceso por medio del cual todos los microorganismos procariotas y eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas para el desarrollo, reproducción y funcionamiento con otros organismos” (Ver gráfico 23)

The image shows a worksheet from the INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL SAN SALVADOR, Unidad Didáctica: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?. It contains a handwritten response in Spanish explaining the concept of gene expression. The text is written in cursive and matches the quote provided in the text above. At the bottom, the student's name is written: ESTUDIANTE: Gloria Roldán y Andrea Gutierrez.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL SAN SALVADOR
Unidad Didáctica: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?

Realiza un esquema o escrito explicando de lo que entiendas por **EXPRESIÓN GÉNICA**.
(Previo)

Se entiende por expresión genética, el proceso por medio del cual todos los microorganismos procariotas y eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas para el desarrollo, reproducción, y funcionamiento con otros organismos.

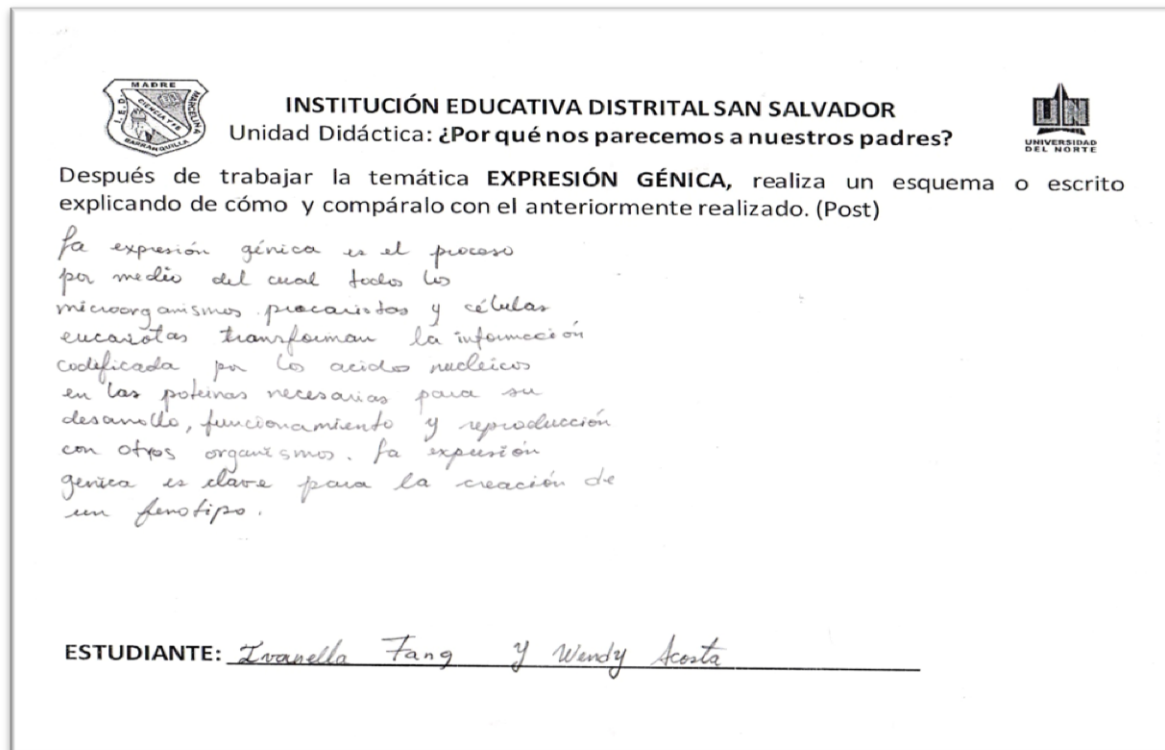
ESTUDIANTE: Gloria Roldán y Andrea Gutierrez

Gráfico 23 Concepciones alternativas de los estudiantes acerca del concepto expresión génica



El análisis después de la intervención de la unidad didáctica “¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?” muestra una progresión en términos de Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica, en tanto que se solicitó a las estudiantes por segunda vez y después de realizar las actividades bajo la metodología Enseñanza para la Comprensión, representar a través de un escrito, esquema o modelo lo que entendían por *Expresión génica* encontrándose que algunos obstáculos epistemológicos habían sido superados de manera considerable, por ejemplo el relacionado con la “Creencia de que la información hereditaria sólo se encuentra en células sexuales”. (Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000)

en contraposición a ellos se logró evidenciar frases como.

La expresión génica es el proceso por medio del cual todos los microorganismos procariotas y células eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas necesarias para su desarrollo, funcionamiento y reproducción con otros organismos ..." (Ver gráfico 24)



The image shows a worksheet from the INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL SAN SALVADOR. The unit is 'Unidad Didáctica: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?'. The task is to create a diagram or written explanation of the concept of 'EXPRESIÓN GÉNICA' after working on it. A student has handwritten a definition: 'La expresión génica es el proceso por medio del cual todos los microorganismos procariotas y células eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas necesarias para su desarrollo, funcionamiento y reproducción con otros organismos. La expresión génica es clave para la creación de un fenotipo.' The student's name is 'Ivanelle Fang y Wendy Acosta'.

 **INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL SAN SALVADOR**
Unidad Didáctica: ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres? 

Después de trabajar la temática **EXPRESIÓN GÉNICA**, realiza un esquema o escrito explicando de cómo y compáralo con el anteriormente realizado. (Post)

La expresión génica es el proceso por medio del cual todos los microorganismos procariotas y células eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas necesarias para su desarrollo, funcionamiento y reproducción con otros organismos. La expresión génica es clave para la creación de un fenotipo.

ESTUDIANTE: Ivanelle Fang y Wendy Acosta

Gráfico 24 Concepciones alternativas de los estudiantes acerca del concepto expresión génica

Así mismo el obstáculo referente de Rotbain, Marbach-Ad y Stavy (2006) acerca de que "Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética", se observa en gran parte progresado al observar los esquemas y modelos elaborados por diferentes grupos de estudiantes en el que claramente relacionan la expresión génica con la formación de proteínas.

Se podría decir que el 73,3% de las estudiantes del grupo muestra están relacionando el concepto de *expresión génica* a los procesos de replicación, transcripción, traducción, ARN mensajero, proteínas, ribosomas, fenotipo, gen. Lo

anterior corrobora que las estudiantes lograron hacer explicaciones comprensivas de la manera como el ADN de los organismos es transformado en proteínas para el cumplimiento de las funciones vitales. Si bien es cierto en el texto de las estudiantes se evidencian parafraseo de páginas web o libros, las sustentaciones y argumentos expuestos en clases dan crédito a lo expresado textualmente y modelaciones.

El hecho de tener claridad en que la molécula de ADN pasa por ciertos procesos para lograr codificar las proteínas, puede considerarse un avance importante en las estudiantes si se compara las respuestas y esquemas actuales con los modelos iniciales, donde la mayoría de estudiantes presentaban inconvenientes al imaginar la estructura y organización del ADN y no establecían relación alguna con la replicación, transcripción o traducción, ahora en sus trabajos no sólo se observa un modelo claro de ADN sino también del papel del ARNm y su relación en la síntesis de proteínas, sin contar que siguen una dinámica secuencial del proceso, organizan de manera acertada los nucleótidos, identifican codones, aminoácidos y pueden deducir posibles mutaciones a partir de errores en la lectura de los codones.

7.4.2.1.1.3. *Estándar Básico de Competencia.*

En este análisis, además de las concepciones de los estudiantes, también se validó la categoría progresión del aprendizaje, de la cual emergen las disposiciones finales al modelo escolar de arribo o modelo alcanzado, en este sentido es preciso definir que las estudiantes atendiendo a la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, lograron realizar cuadros comparativos entre los tipos de ácidos nucleicos (ADN y ARN) caracterizando sus funciones, composición química y estructura, así mismo cuadros comparativos entre los tipos de ARN (ARN mensajero, ARN de transferencia, ARN ribosómico), la organización de los mismos y los aspectos descritos han sido de relevancia para las estudiantes comprender el proceso de expresión génica y relacionarlo en los diferentes procesos que se llevan a cabo en la síntesis de proteínas.

7.4.2.2. *Metodología y Mediación.*

7.4.2.2.1. *Aportes de las TIC.*

7.4.2.2.1.1. *Visualización de conceptos abstractos.*

En la subcategoría *aporte de las TIC*, se valoran aspectos como la visualización de conceptos abstractos, teniendo claro que la mediación de la tecnología brinda un gran aporte al proceso de aprendizaje, antes de la implementación de la propuesta las imágenes estáticas que presentan las ilustraciones de libros escolares, enciclopedias, esquemas, fotografías y páginas de consulta, daban una idea lineal, inamovible y simple de la estructura del ADN o ARN, lo que no permitía imaginar su aspecto tridimensional, estructura química y organización espacial. Ahora bien, al implementar la propuesta y valerse de figuras tridimensionales y fichas en las que las estudiantes pudieran modelar la doble hélice del ADN y así mismo ellas construir sus propios modelos como proyecto final de curso, permitió que la información visual pasara a un aspecto kinestésico y práctico, que sin duda favoreció la comprensión de los fenómenos en estudio. La experiencia pedagógica avala la importancia del rol que tales recursos juegan en el aprendizaje de los alumnos, en mayor o menor medida, tal como lo afirma Kurt (2001) que *“El uso de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) actualmente cobran gran importancia en el ámbito educativo sobre todo en el mejoramiento permanente del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar”*.

7.4.2.2.1.2 Aspecto Motivacional.

En esta misma subcategoría denominada *aporte de las TIC*, se tuvo en cuenta el aspecto motivacional, identificando en acuerdo con Arango (2013) de que “dos de las causas por la que los estudiantes presentan dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos relacionados con genética son la metodología utilizada y la motivación frente a la temática” si hablamos del primer obstáculo planteado por el autor es correcto afirmar que la metodología tradicionalista, donde el aprendizaje es academicista, verbalista, el maestro cumple un papel explicativo y el estudiante un rol pasivo de receptor, no dispone de las mejores estrategias para la comprensión de lo abstracto y complejo que puede ser la enseñanza y aprendizaje de la expresión génica, en coherencia con un modelo que privilegia el descubrimiento, la modelación, el aprendizaje colaborativo y el uso de nuevas tecnologías, surgen metodologías constructivistas que aunadas a la enseñanza para la comprensión propician

aprendizajes significativos, mencionando también los aportes motivacionales, el interés que despierta la innovación en el aula y los niveles de atención, factor indispensable para el aprendizaje, que se ven aumentado al implementar tales herramientas tecnológicas. Lo anterior sustentando por Ferro y Otero (2009) al afirmar acerca de las TIC en educación que:

Aumentan el interés y la motivación de los estudiantes, captando su atención, constituyéndose en motor del proceso de aprendizaje, puesto que estimula la acción y el pensamiento a través de la interacción con el entorno tecnológico y humano. Mejora la eficacia del proceso educativo, puesto que permite el desarrollo de nuevas estrategias didácticas, con mayor impacto en el proceso enseñanza aprendizaje, además del desarrollo de habilidades de expresión oral, escrita, gráfica y audiovisual. (Ferro y Otero, 2009)

A fin a lo anterior, las tecnologías de la información y la comunicación posibilitan a estudiantes y docentes y desarrollo continuo de sus competencias dentro del proceso formativo y profesional, convirtiéndose en un medio ideal para el proceso educativo y que a su vez facilita la pertenencia a un lenguaje y cultura científica, evidenciado después de la aplicación de la unidad didáctica, donde a las estudiantes se les facilitó relacionar los contenidos y ejemplos con videos observados y analizados en clases, así mismo interpretar las funciones de los ácidos nucleicos, su ubicación en espacios tridimensionales y la modelación de sus estructuras a partir de lo observado, ahora bien relacionar la temática con eventos cotidianos y ver analogías realizadas con personajes famosos propicia un interés y la capacidad cognitiva de relacionar el nuevo conocimiento con eventos ya conocidos por las estudiantes. Además, es importante resaltar lo que expresa Hernández et al (2011) que “el uso de las nuevas tecnologías de información permite el desarrollo de autonomía en el proceso de aprendizaje y despierta el placer por aprender, conduciendo a uno de los propósitos de la educación implícitos en la cultura académica, aprender a aprender”.

7.4.2.3. Metodología y Mediación.

7.4.2.3.1. Etapas de la enseñanza para la comprensión.

7.4.2.3.1.1. Exploración.

En la subcategoría *Etapas de la EpC*, se hace análisis de los procesos correspondientes a la etapa de Desempeños de comprensión: *Exploración, Investigación guiada, Proyecto de síntesis*. Es relevante aclarar que para las estudiantes de la IED Madre Marcelina la EpC es familiar en la medida que el modelo pedagógico institucional (PEI) integra la teoría de David Perkins, ahora bien, lo analizado a continuación en relación a la implementación de la Unidad Didáctica, se enfocará en cómo la EpC contribuyó al fortalecimiento de la competencia “Uso comprensivo del Conocimiento Científico” en la aproximación al concepto de Expresión génica.

En este sentido la etapa de Exploración, en la que las estudiantes observaron videos, realizaron lecturas críticas, compararon imágenes permitió enfrentarse a sus ideas iniciales, a algunas concepciones erradas y a reevaluar algunos conceptos en comparación con las respuestas de sus semejantes, así mismo y de gran importancia permitió la formulación de preguntas, que en un ámbito recreativo de la clase permitió adentrarse al espacio del problema y pensar en posibles soluciones a sus dudas, este espacio de la clase se convirtió a su vez en un proceso reflexivo que destaca la autonomía en el pensar, pero al tiempo el aprendizaje cooperativo, dado que en otro momento de esta etapa se les solicitó a las estudiantes por grupos dibujar un modelo inicial de ADN, en el que se hicieron evidentes concepciones como: El ADN como un rompecabezas de la vida; El ADN como escalera o espiral que alberga la información fenotípica y el ADN como una estructura enrollada y multicolor.

Al visualizar el video que mostraba diferentes padres famosos con sus hijos y donde era evidente el parecido fenotipo, se formularon algunas preguntas individuales en la guía de trabajo tomando como referencia una pareja de padres e hijos famosos, dentro de este momento se destacaron respuestas previas, ante los interrogantes: ¿Cuál puede ser la causa del parecido? ¿Cómo puede eso posible? que hacían visible la relación que establecen los estudiantes de los conceptos genes, fenotipos, herencia y genes dominantes.

“El parecido fenotípico se debe a la transmisión de los genes, los cuales tienen ciertos factores que codifican el fenotipo del siguiente individuo o hijo”

“Esto se debe a como se heredan los genes por ejemplo el gen es dominante cuando tienes un parentesco a tu madre, este es el que domino a los genes del padre”.

“El parecido de los hijos a sus padres se debe a la expresión de genes en el fenotipo del nuevo individuo. Esto sucede gracias a la interacción de los gametos y posterior combinación” (Ver gráfico 25.)

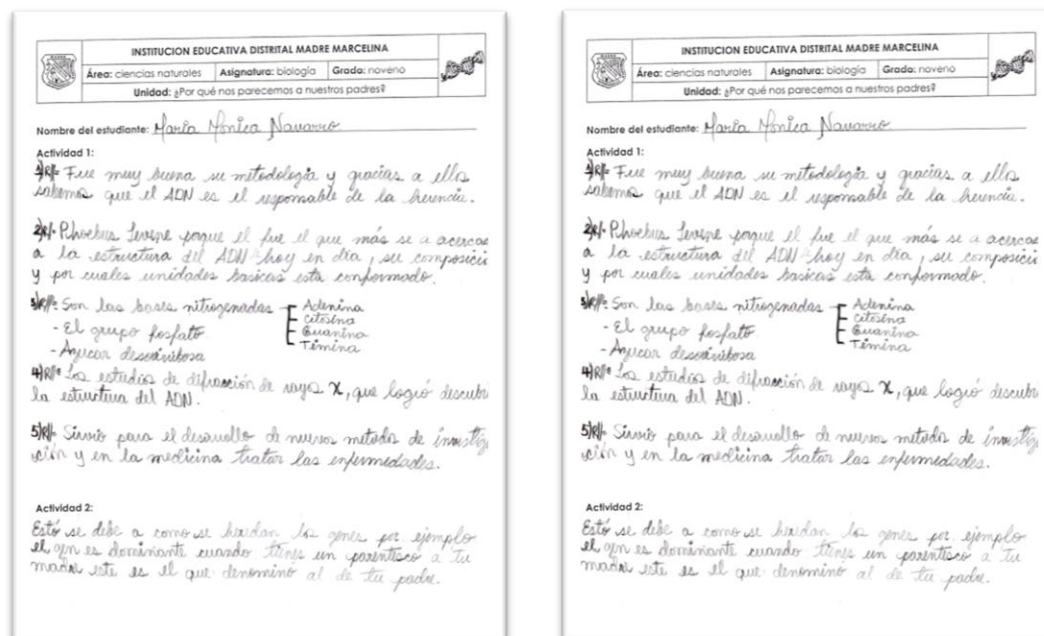


Gráfico 25 Relaciones de los estudiantes frente a conceptos tales como genes, fenotipo, herencia y dominancia

7.4.2.2.2. Investigación Guiada

En la fase de Investigación guiada fue posible observar una clase más dinámica y ante todo centrada en los intereses que las estudiantes habían expresado en la fase anterior, los desempeños creados por el docente a partir de las ideas de sus estudiantes, ayudaron de manera más directa al dominio de la temática planteada, teniendo en cuenta que parte de sus realidades y concepciones. La delimitación de las metas de comprensión de la unidad ayudó a las estudiantes a construir conocimientos y experimentar procesos encaminados a solucionar o aclarar sus incertidumbres.

Durante este proceso las guías de trabajo, el uso de diapositivas, la construcción de

modelos de doble hélice del ADN, la observación de videos y juegos interactivos fueron pieza clave para la intervención del maestro en los procesos de comprensión. Durante la lectura crítica de la guía inicial las estudiantes habían presentado algunas concepciones iniciales, definidas a continuación:

- El descubrimiento del ADN fue casual, como ya ha pasado algunas veces en la ciencia.
- El científico con mayor aporte a la expresión génica y comprensión del ADN fue Gregor Mendel.
- El microscopio y otros dispositivos para observar lo más pequeño permitieron descubrir la estructura del ADN.
- El descubrimiento del ADN para avanzar en otras ramas de la ciencia.

Ante ello, el docente en la fase de investigación guiada introdujo algunas ideas en las estudiantes que le permitieran hacer reflexiones e investigaciones de manera formal y fundamentada, así mismo promover el análisis del documento y la comparación con otros, algunas de estas ideas introducidas se resumen en:

- El descubrimiento del ADN fue un proceso complejo, progresivo, delicado y riguroso, atendiendo métodos y tecnologías específicas.
- Los aportes de científicos como Friedrich Miescher, Phoebus Levene, Watson y Crick, han sido fundamentales para conocer el ADN
- Se hacen necesarios diferentes métodos y técnicas de laboratorio y tecnología para comprender el ADN
- El ADN permitió comprender un poco más la naturaleza humana, la célula, mecanismo de herencia, código genético, proteínas.

De esta manera las estudiantes confrontaron las concepciones iniciales con las ideas incluidas por el maestro generando conocimientos más concretos y encaminados a la solución de los tópicos de aprendizaje y a alcanzar las metas de comprensión. Es labor del docente durante esta fase, incentivar la lectura analítica y comparativa con otros artículos de interés científico, así mismo crear situaciones en las que relacionen los aportes teóricos del ADN con situaciones de la vida cotidiana.

Otra unidad de análisis para reflexionar en torno a la etapa de investigación guiada se encuentra en la actividad individual en la cual después de estudiar la unidad de Expresión génica, las estudiantes debían realizar un modelo de ADN según lo comprendido. Las ideas previas en relación a esta actividad demostraban que las concepciones estaban encaminadas a mirar la estructura del ADN de doble cadena con bases nitrogenadas perfectamente organizadas y multicolores; la forma “pentagonal” del azúcar desoxirribosa y “cuadrada” de los grupos fosfato y la espiral organizada y casi lineal en la que se presenta el ADN en la célula. Ahora bien, el docente incluye algunas ideas tales como:

Que orientaron a las estudiantes en el desarrollo de la actividad y a la comprensión de la temática asumiendo estas una posición crítica del aprendizaje, pero además logrando hacer modelaciones mucho más acercadas a las teorías explicativas científicas, que las expresadas en etapas iniciales, fue entonces posible analizar cadenas de doble hélice definidas, con sus componentes señalados y diferenciados, pero aún más interesante escucharles hablar de un “modelo” y no de una representación de la realidad, pues los dibujos carecen de las dimensiones, expresiones y estructura de los ácidos nucleicos vistos al microscopio. El papel del docente, entre otros, consistió en solicitar a los estudiantes integrar ideas vistas a lo largo del desarrollo de la temática y pedir representaciones específicas siguiendo parámetros preestablecidos y ya trabajados en clases, así mismo generar las preguntas y discusiones con los estudiantes para que estos explicaran los modelos a la luz de las teorías vistas, contribuyendo así al desarrollo de la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico, además de promover de manera constante la creatividad y la modelización a partir de lo estudiado.

Si se comparan los modelos iniciales en la etapa de exploración, con la modelación realizada en la etapa de exploración guiada se valida lo expresado en la teoría de Enseñanza para la Comprensión “A medida que los alumnos desarrollan la comprensión de metas preliminares por medio de realizaciones iniciales, pueden comprometerse en formas más complejas de investigación. La guía que los docentes ofrecen durante las fases posteriores del trabajo ayuda a los alumnos a aprender cómo

aplicar conceptos y métodos disciplinarios, a integrar su creciente cuerpo de conocimientos y a poner en práctica una comprensión cada vez más compleja y sofisticada.” (Stone, 1999).

7.4.2.2.3 Proyecto Final de Síntesis.

Como *Proyecto de síntesis*, se les solicitó a las estudiantes realizar un modelo a escala de la molécula de ADN, así mismo redactar un ensayo (de no más de una página) que describa y explique el proceso de duplicación. El texto debía incorporar los siguientes conceptos claves: Duplicación, replicación, doble cadena, horquilla de replicación, enzimas participantes (polimerasas, ligasas, helicasas) nucleótidos, núcleo celular, mutaciones. Lo anterior con el objetivo de observar el grado de comprensión por parte de los estudiantes, es decir en esta última fase se debe demostrar mediante una acción reflexiva y elaborada la competencia y habilidad para utilizar los contenidos trabajados y compartidos en un desempeño flexible. En coherencia con lo anterior, las estudiantes que realizaron el modelo a escala se les vio comprometidas en el desarrollo de un modelo creativo, utilizando materiales de su entorno y argumentando con teorías y conceptualizaciones propias de la expresión génica frente a sus compañeros su trabajo final, que entre otras resumía gran parte de lo aprehendido y comprendido durante la unidad, el conocimiento de esta manera *cobra sentido* para cada una de las estudiantes al aplicarlo en un modelo explicativo, al socializarlo con sus semejantes y al poder relacionarlo con eventos de su medio inmediato. Algo muy similar a lo redactado en los ensayos que constituían un mecanismo de expresión y síntesis de lo trabajado durante la unidad didáctica, algunas de ellas sostenían sus posiciones frente a las teorías y relacionaban de manera integrada las palabras recomendadas alcanzando diferentes habilidades propias de la comprensión. De acuerdo a lo anterior es pertinente anotar que las etapas analizadas “se vinculan directamente con las metas de comprensión, desarrollan y aplican la comprensión por medio de la práctica, utilizan múltiples estilos de aprendizaje y formas de expresión, promueven un compromiso reflexivo con tareas que entrañan un desafío y que son posibles de realizar, y por último, demuestran la comprensión” (Stone, 1999).

7.4.2.4. Fortalecimiento de la competencia “Uso comprensivo del conocimiento científico”

7.4.2.4.1. Progresión de habilidades.

7.4.2.4.1.1. Ejemplificar, Aplicar, Justificar, Comparar, Contextualizar y Generalizar.

En la última categoría de análisis se encuentra el *Fortalecimiento de la competencia Uso comprensivo del conocimiento científico* en términos de la progresión de las habilidades, y en este sentido se puede afirmar que después de la implementación de la Unidad Didáctica las estudiantes del grupo muestra de noveno de la IED Madre Marcelina y atendiendo los ítems descritos en el recuadro de categorización presentan un 93% la habilidad de *comparar* los ácidos nucleicos (ADN – ARN) relacionándolo con otros conceptos o situaciones de su contexto inmediato, un 86% aplica la misma habilidad con asertividad para establecer analogías entre los tipos de ARN, mientras que un 35% en la misma actividad de comparación de los ácidos nucleicos y de los tipos de ARN logró evidenciar el alcance de dos habilidades *comparar* y *ejemplificar* con esquemas o dibujos los resultados de sus comparaciones, se cita con respecto a esta habilidad que:

“La comprensión depende de adquirir o construir una representación adecuada de algún tipo, un esquema, modelo mental o imagen. (...) Los hallazgos demostraron que lo que Mayer llamaba modelos conceptuales promueven la comprensión. Los modelos conceptuales son diagramas de funcionamiento y representaciones similares, por ejemplo, de un sistema de radar. Por lo general se les presentan a los alumnos antes de una explicación textual. Los estudiantes ganan internalizando estos modelos. Los alumnos por lo general se benefician con los modelos conceptuales, resolviendo problemas con mucha más flexibilidad que aquellos estudiantes a los que no se les dan modelos conceptuales. Sin embargo, hay poca diferencia en el caso de alumnos con buen conocimiento de base y aptitud elevada para los tópicos, supuestamente porque estos alumnos construyen sus propios modelos.”

(Perkins, 1999 p. 6)

El concepto de comprensión está relacionado con los verbos entender, justificar o contener algo. La comprensión, por lo tanto, enmarca en sus habilidades el encontrar pruebas o evidencias de una acción y de esta manera *justificar*, dar opinión o fundamentar hechos, de acuerdo al concepto enunciado el 92% de las estudiantes han desarrollado la habilidad de *justificar* teniendo en cuenta que algunos puntos de la guía de proyecto final apuntaban a la evidencia de esta habilidad y en la cual las estudiantes respondieron con muy buenos argumentos y fundamentos. El 68% del grupo muestra logró contextualizar, ubicando conceptos en el marco de la disciplina, encontrando vínculos y desarrollando esquemas conceptuales y mentales que permiten explicar las comprensiones a las que llegaron.

Con esta perspectiva, basándose en T. Blythe, T. & otros (1999) se puede plantear que “la meta de la pedagogía de la comprensión es capacitar a los alumnos para que realicen una variedad de actividades de comprensión vinculadas con el contenido que están aprendiendo”.

8. Reflexiones sobre la Práctica Pedagógica

8.1. Reflexión Díaz Paternina Lissette Verónica

“Enseñar para la comprensión - como el aprendizaje para la comprensión - es un trabajo difícil y no existen recetas que garanticen el éxito.” (Blythe, 1999). Esta frase y la experiencia ganada a través de la implementación de esta propuesta, me hicieron pensar en una serie de reflexiones acerca de mi práctica docente y de estas, la que más me impactó fue el hecho de reconocer la necesidad de profundizar mis conocimientos disciplinares ya que al haber adoptado la enseñanza para la comprensión como la metodología de esta propuesta, me di cuenta de la dificultad que se tuvo a la hora de diseñar los elementos propios de la metodología tales como tópicos generativos, desempeños y metas de comprensión. Dificultad que tuviera sus raíces en el poco conocimiento didáctico del concepto. Esto me indica que como docentes estamos en la necesidad de seguir aprendiendo y esta necesidad se ve más marcada en los docentes de ciencias ya que estas son cambiantes y que además de esa característica de cambio, cada concepto también tiene una didáctica propia y no se puede enseñar todo de la misma forma.

Otro aspecto de reflexión es que tras superado el problema de la profundización en los conceptos y diseñar los hilos conductores de la propuesta, me di cuenta que más allá de servir de brújula en nuestra propuesta, estos les permitían a mis estudiantes una mayor autonomía y la posibilidad de viajar a través del conocimiento de diversas formas y de esta forma conseguir las metas propuestas.

También encontré que el uso de los resultados de las pruebas estatales pueden servir como guía para el mejoramiento de los procesos académicos de mi institución ya que estos se convierten en una radiografía del cómo están nuestros estudiantes frente a las demás instituciones tanto locales como nacionales y frente a los estándares propuestos. Convirtiéndose estos en una herramienta para la toma de decisiones y en orientadores del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Ahora bien, con respecto a la mediación utilizada para el desarrollo de la propuesta, encuentro que las TIC tuvieron un papel fundamental en el aspecto motivacional de los estudiantes ya que les permitían interactuar con representaciones multimedia de diversos conceptos y que de otra forma sólo hubiesen sido una creación de su imaginación y no una representación del modelo científico aceptado actualmente. Las TIC a su vez nos brindaron una plataforma desde la cual se pudo trabajar los diferentes estilos de aprendizaje, garantizándonos el llegar de diversas formas a nuestros estudiantes.

En cuanto a los resultados obtenidos, aún no logro salir del asombro del grado de comprensión que tuvieron mis estudiantes, ya que me mostraron habilidades que nunca les había visto, encontré que aquellos que parecían menos elocuentes podían expresar sus conocimientos a través de dibujos con un alto grado de detalle, encontré también que tenían una imaginación muy elevada pero no desenfocada y que esta imaginación los llevaba a plantearse y plantearme interrogantes que les permitirían luego reforzar sus conocimientos o replantearlos. En fin, me di cuenta que aunque uno crea lo contrario, uno no llega a conocer las habilidades de sus estudiantes ya que en la gran mayoría de los casos uno como docente no las estimula o potencializa.

Otro aspecto que me hizo reflexionar acerca de mi labor como docente y de la implementación de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje fue el hecho que los estudiantes quedaran enganchados con esta nueva forma de enseñar y que estos vieran que la educación es un proceso de doble vía en la que su participación es un proceso fundamental. Además, rescato el hecho que los estudiantes vieran el proceso de evaluación como un proceso de crecimiento más que un proceso de medición y que ante las evaluaciones estructuradas que esta vez fueron mediadas por las TIC no presentasen una actitud de rechazo sino más bien que tomaran las evaluaciones como algo lúdico.

Ante todas estas reflexiones me surge un interrogante/reto ¿Será posible que pueda estructurar esta metodología para la enseñanza de los conceptos claves de mi asignatura? Les aseguro que lo intentaré, espero lograrlo.

8.2. Reflexión González Alex

Tras analizar los resultados obtenidos después de la implementación, me pregunto ¿Por qué no había descubierto esta metodología con anterioridad? Interrogante que me hace caer en la conclusión que debo seguir aprendiendo y creciendo como docente para poder obtener mejores resultados en mis estudiantes y le doy validez a lo que muchas veces escuché y algunas veces refuté “Los resultados de los estudiantes son el reflejo de la pasión y la entrega del docente”. Digo esto porque tras la implementación de esta propuesta los resultados en torno al concepto Expresión Génica fueron resultados satisfactorios, en los cuales mis estudiantes demostraron habilidades que no habían mostrado con anterioridad llegando a emitir conceptos muy acordes al modelo científico escolar planteado.

Ahora, desde el punto modelo científico escolar el encontrar nuevas metodologías y didácticas para enseñarlo, despertaron en mí una nueva visión de la forma en que se debe enseñar ciencias, esmerándome cada día por encontrar una forma diferente en enseñar, buscando e ideando nuevas formas de llegar a los estudiantes creando vínculos entre lo cotidiano y lo disciplinar de formas significativas, ya no quedándome en el mero ejemplo sino dándole diferentes alternativas de cómo el concepto puede hacer parte de su cotidianidad. Además del hecho de que la evaluación no era un proceso de medición sino que era más bien un proceso en el cual les iba mostrando sus debilidades y cómo poder sobreponerse a estas, permitió que estos no se sintieran amedrantados por un examen o evaluación de conceptos como tal, sino que lo sintieran como parte de su proceso de formación.

Tras escribir estas líneas recuerdo una frase que dice en la cual se plantea que no hay maneras fáciles de hacer las cosas y que no importa cuánto sepas, si no nos esmeramos por trabajar duro y dedicarnos a ser mejores cada día, pronto fallaremos. Y sí, precisamente como docentes estamos llamados a mejorar cada día ya que somos los engranes entre la juventud de hoy y los hombres del mañana.

Por todo lo anterior, como docentes de ciencias debemos esforzarnos por brindarles a nuestros estudiantes las herramientas necesarias para convertirse en ciudadanos científicamente alfabetizados que tengan la posibilidad de tomar decisiones de forma democrática y con las bases bien establecidas para poder defenderlas.

La propuesta diseñada lleva por título “Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de expresión génica centrada en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico” y presentaba como objetivo general “Diseñar y evaluar una unidad didáctica mediada por las TIC que contribuya a una aproximación teórica al concepto expresión génica, centrada en el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico”. Pero más que el diseñar una unidad o secuencia didáctica, siento que el objetivo primordial de esta –Desde el punto de vista propio de mi quehacer como docente- fue el darme cuenta que puedo obtener más de mis estudiantes si les doy más y que esa frase que enuncié al principio y que en varias ocasiones refuté tiene mucha validez.

En cuanto a la enseñanza para comprensión, puedo decir que esta metodología nos permitió ver diferentes facetas de nuestros estudiantes y ya no estar ligados a evaluaciones estándar como elementos de medición sino que nos brindó una nueva forma de enseñar teniendo como engrane la evaluación, una evaluación que se pudiese decir que si cumple con el objetivo de formar ya que con esta forma de evaluar constantemente estábamos retroalimentando a nuestros estudiantes del proceso y mostrándoles cuáles eran sus potencialidades para mantenerlas y afinarlas, y cuáles eran sus debilidades para superarlas.

A modo de conclusión, puedo decir que la implementación de esta propuesta no sólo permitió que los estudiantes comprendieran el concepto y se sintieran a gusto aprendiendo, sino que, como docente me mostró una nueva forma de enseñar.

8.3. Reflexión Ramos Carlos

“La educación es un acto de amor, por tanto, un acto de valor” Freire, P.

En la reflexión de mi quehacer pedagógico, se han presentado muchos interrogantes, muchos de los cuales apuntan a si lo que estoy enseñando a mis estudiantes les será útil para sus vidas, suelo concluir lo mismo, mi deber como maestro está en cualificarme y transformar de manera constante y a la luz de las exigencias del mundo, lo qué enseño, la forma cómo enseño y cómo los estudiantes desarrollan las competencias y habilidades que les permitan ser exitosos.

El diálogo con los educandos me ha permitido saber la preocupación que existe alrededor de la comprensión, el aprendizaje significativo y duradero y el olvido de algunas temáticas de relevancia, es así como desde la pertinencia de la propuesta innovadora en el marco de la realidad institucional se ahondó en el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. Esta problemática se encuentra asociada a factores de riesgo como: poco sentido de los contenidos desarrollados en ciencias, escasa relación de las ciencias con la cotidianidad y desinterés en el área.

Atendiendo a la problemática se genera una alternativa de innovación pedagógica que responde a las necesidades identificadas en la realidad educativa y que generó beneficios de tipo disciplinario e interdisciplinarios al articular estrategias lúdicas de la enseñanza, con teorías concretas para la comprensión del conocimiento científico, permitiendo en conjunto un aprendizaje por parte de las estudiantes de tipo integrador, significativo y crítico, coherentes al contexto institucional, y asumiendo la innovación como una oportunidad de mejoramiento del quehacer pedagógico y curricular.

Constituye un logro personal y profesional el alcance de los objetivos de la propuesta de innovación pedagógica, en tanto que la planeación, el trabajo en equipo, la investigación, la fundamentación teórica y la reflexión constante permitieron mejorar el desarrollo del quehacer en términos de innovación y criticidad, así mismo introducir a la enseñanza de las ciencias una línea renovadora y sistemática relacionada con materiales curriculares, modelos didácticos y estrategias de enseñanza y aprendizaje, que fortalecen la gestión del currículo institucional desde la dinámica del aula.

Ahora bien, Con el propósito de contribuir al proceso de mejora constante en el que se encuentra inmersa mi praxis pedagógica y la institución, se hace relevante socializar con toda la comunidad los aprendizajes y recomendaciones derivados del proceso de implementación de la secuencia didáctica, así mismo que se compartan y articulen diferentes experiencias de transformación de la práctica pedagógica en los distintos niveles de educación ofrecidos por la institución.

9. Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones que surgen como resultado de la implementación de la Unidad Didáctica en las instituciones educativas distritales de San Salvador y Madre Marcelina; en primer lugar, se plasman los resultados en cuanto al problema de investigación; a continuación, se revisan los resultados respecto a cada uno de los objetivos específicos planteados. Posteriormente se registran las conclusiones obtenidas a partir de la aplicación del diseño metodológico; como también se manifiestan las reflexiones en cuanto a los frutos alcanzados al aplicar el marco conceptual de la EpC en el diseño de la secuencia didáctica y, se consideran los posibles factores que intervinieron en el alcance de los niveles de comprensión de los estudiantes; finalmente se exteriorizan algunas reflexiones a partir de la experiencia de los autores y algunos interrogantes que quedan por resolver, originados en la realización de este trabajo.

El análisis de la implementación logró dar respuesta al planteamiento del problema y al alcance del objetivo general, diseñar y evaluar una secuencia didáctica mediada por TIC para realizar una aproximación al concepto de expresión génica y que fortaleciera la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, integrando el marco conceptual de la enseñanza para la comprensión y sus elementos constitutivos: el hilo conductor, el tópico generativo, las metas de comprensión, así como los desempeños de comprensión para cada una de las etapas de su desarrollo, a saber: Etapa de exploración, etapa de investigación guiada y etapa de síntesis y aplicación.

El primer objetivo propuesto en la secuencia didáctica, *indagar las ideas de los estudiantes con relación a la expresión génica*, se pudo alcanzar teniendo en cuenta que el acto de aprender consiste en establecer relaciones entre las ideas previas y las nuevas planteadas por el docente. Quiere decir que el conocimiento es en sí mismo un constructo que el sujeto realiza partiendo de esquemas que ya posee, producto del medio con el que se relaciona.

Por lo anterior los conocimientos previos son de gran relevancia en la comprensión e incorporación de la nueva información, las ideas previas constituyen la base sobre la cual el docente, desde la EpC, formará los hilos conductores y metas de desempeño que orientarán la acción educativa.

La valoración de las ideas previas que tienen los estudiantes del concepto expresión génica ha permitido, en primera instancia, tener conocimiento acerca de las concepciones con las que los estudiantes se enfrentan a la aproximación de los conocimientos científicos. Por otra parte, pone en manifiesto que el aprendizaje de conceptos abstractos como es el caso de los ácidos nucleicos y sus procesos para lograr la síntesis de proteínas, lleva incorporada una problemática de transformación conceptual, por lo tanto, el proceso no se reduce a una adquisición, sino que requiere un re-aprehendizaje y con ello llegar al uso comprensivo del conocimiento.

Ahora bien, la existencia de las ideas previas en expresión génica, pone de manifiesto el reto de encarar los procesos de aprendizaje y enseñanza, desde una didáctica distinta, dado que para lograr la comprensión no bastará con tener en cuenta las ideas previas, si el acto no va acompañado de una mediación innovadora y una metodología de enseñanza que incorpore la presencia de incertidumbres y conjeturas, una investigación guiada y la consideración de proyectos finales que integren lo comprendido y aprendido.

En cuanto al segundo objetivo propuesto, *desarrollar una secuencia didáctica sobre expresión génica*, se puede concluir que la planificación e implementación orientó y facilitó de manera flexible y adaptada a la realidad de los estudiantes, conocimientos específicos y obligatorios desde los planes curriculares, estructurando el proceso de enseñanza y aprendizaje con el objeto de evitar la improvisación y la dispersión, comunes en los casos de temáticas abstractas, convirtiendo la clase en un proceso reflexivo en el que participan cooperativamente y a fines de utilizar el saber científico, estudiantes, docentes, contenidos y contexto. Además, el desarrollo de la unidad didáctica permitió analizar, reflexionar e investigar en torno a la práctica educativa,

convirtiéndola en un ejercicio de organización capaz de integrar contenidos de manera interdisciplinaria y empleando la investigación como principio didáctico con un enfoque mediado por TICs.

La secuencia didáctica en su desarrollo inculcó valores, actitudes y habilidades cognitivas para fomentar la representación de la propia experiencia con el saber escolar, así mismo sirvió como instrumento de investigación didáctica en la medida que informa como avanza la planificación inicial y la utilidad de las estrategias seguidas, permitiendo desde el accionar educativo evaluar el impacto de las técnicas utilizadas para la comprensión.

El último objetivo, *evaluar el grado de aproximación teórica de los estudiantes al concepto de expresión génica con relación al uso comprensivo del conocimiento científico*, permite concluir que a partir del análisis y resultados presentados desde las categorías establecidas: Aproximación teórica al modelo científico escolar del concepto expresión génica y Fortalecimiento de la competencia “Uso comprensivo del conocimiento científico” y la subcategoría de progresión del aprendizaje y progresión de las habilidades respectivamente, teniendo en cuenta un antes y un después de la implementación de la propuesta se logró alcanzar satisfactoriamente el objetivo, y se puede concluir que la Enseñanza para la Comprensión, desde sus etapas y con un enfoque mediado por TIC constituyen una metodología de impacto educativo que apunta a procesos de comprensión, pero que además se ve fortalecido el uso comprensivo del conocimiento científico.

En cuanto al grado de aproximación de los estudiantes al modelo científico escolar propuesto, podemos concluir que tanto en la IED San Salvador como en la IED Madre Marcelina los estudiantes objeto de la presente propuesta entregaron evidencias de un aceptable grado de aproximación al modelo enseñado. También podemos evidenciar en los resultados que esa aproximación se dio por etapas o aproximaciones sucesivas, etapas en las cuales se fueron superando los obstáculos epistemológicos, lo cual se traduce en términos de estándares en un logro ya que en sus respuestas los

estudiantes demuestran conocimientos acerca de cambios genéticos y cómo estos cambios repercuten en la diversidad biológica.

La evaluación continua desde la perspectiva del aprendizaje y las habilidades, permitió dar evidencia de los términos en lo que las estudiantes se refieren ahora al tema de expresión génica, incluyendo en su vocabulario palabras y frases, que utilizadas a manera de analogías, comparaciones, hipérboles o sarcasmos dan fe de la integración de la temática a su vida cotidiana, pero además del uso comprensivo del mismo en un contexto actual que exige tener conocimientos claros de la temática a la luz de los avances que diariamente se logran en la comprensión de la vida y de los mecanismos de expresión génica.

10. Recomendaciones.

Como parte del desarrollo de un país, la educación juega un papel fundamental y constituye la base de desarrollo social, económico y político, la nación a través de sus entes gubernamentales; Ministerio de Educación, secretarías de educación, entre otros, deben promover de manera permanente programas de cualificación, actualización y desarrollo educativo, que propicien el incremento de la calidad en las escuelas a través de la formación de un maestro con un alto dominio conceptual y pedagógico de su área.

La Universidad del Norte, como espacio académico de formación superior, desde sus programas de postgrado en educación, debe garantizar la gestión estratégica de los procesos de enseñanza encaminados a la innovación y transformación del ser y del contexto social, en este sentido la maestría en educación con énfasis en Ciencias Naturales, deberá fomentar en sus maestrantes, la construcción en sus estudiantes, de hábitos de pensamiento científico que les permita usar habilidades de pensamiento crítico, resolver problemas, comprender la diversidad y ser gestor de cambio en el medio en el que actúe.

La Universidad, debe incentivar desde sus currículos y pensum, las habilidades comunicativas que potencialicen en el maestro las habilidades escriturales con el fin de sistematizar y divulgar las buenas prácticas llevadas a cabo en el aula de clases, de esta manera contribuir a la creación de unidades didácticas que a su vez transformen el quehacer pedagógico de otros maestros y recopile el impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se hace necesaria una sólida formación disciplinar por parte del docente al momento de la planeación, diseño y ejecución de la unidad didáctica, de ello depende en gran parte el éxito, aproximación al modelo científico. Incluyendo, la apropiación de su rol de docente innovador, que le compromete estar en la vanguardia y en constante actualización académica, científica, didáctica y pedagógica.

Conocer el contexto escolar educativo, con el objetivo de detectar las ideas previas o concepciones alternativas de los estudiantes sobre el tema en particular, determinar con eficiencia los obstáculos epistemológicos que pueden interferir en el desarrollo satisfactorio de la unidad didáctica. Como lo señala Driver, “el papel del alumnado se vuelve prioritario, al ser su manera de pensar, sus ideas previas, la materia prima que transforma la actividad docente” (Driver, 1988), partiendo de esta concepción es evidente la relevancia de las ideas previas como punto de partida y de la identificación de las concepciones alternativas para llegar con mayor eficacia y significado, en términos cognitivos, a la comprensión.

Establecer criterios claros y flexibles de las actividades a utilizar durante la intervención de la Unidad Didáctica, es importante “hacer énfasis en la comprensión de los conceptos más allá de la memorización” (Niaz, citado por García y Garritz, 2006), de esta manera el estudiante podrá alcanzar las metas de comprensión, propiciando el aprendizaje en profundidad y se hace visible una actividad pedagógica planeada, organizada y ejecuta para lograr el Uso Comprensivo del conocimiento científico.

11. Bibliografía

ABRIL GALLEGO, A. M., & MUELA GARCÍA, F. J. (2015). “*Significados sobre genética transmitidos por el cine y la educación formal*”. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (29), 195-214.

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2011). Epistemología para el profesorado de física: Operaciones transpositivas y creación de una “actividad metacientífica escolar”. *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(1), 7-20.

AKSELA, M. (2005). Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach.

ARANGO CASTRILLÓN, J. A. (2013). *Diseño y aplicación de una estrategia para la enseñanza de la Genética con el fin de propiciar aprendizajes significativos en el grado octavo mediante el uso de las TIC: Estudio de caso en la Institución Educativa Dinamarca del municipio de Medellín* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia, Medellín).

ARMENTA, M. C. (2008). *Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética*. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 227-244.

AYUSO, G. E., BANET, E., & ABELLÁN, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: II. ¿ Resolución de problemas o realización de ejercicios?. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 127-142.

AYUSO, G. E., & HERNÁNDEZ, E. B. (2002). *Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria*. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(1), 133-157.

BACHELARD, G. (1976). *La formación del espíritu científico*. 5 ed. México: Siglo. Veintiuno, editores, S.A

BETANCOURT VALLADARES, M., FERNÁNDEZ FRANCH, N., ALBERTÍ VÁZQUEZ, L., GUILLEMÍ ALVAREZ, N., SÁNCHEZ MORFFIZ, Y., & GONZÁLEZ BARRERAS, B. (2013). Acciones pedagógicas para desarrollar la habilidad «explicar» en Morfofisiología. *Edumecentro*, 5(2), 45-61.

BIESBOER, F. (2003). *Genomics. Dreams, fears and fantasies*. Public embedding of genomics research. The Hague, Netherlands: Genomic Initiative.

BLYTHE, T., & PERKINS, D. (1999). *La enseñanza para la comprensión: guía para el docente* (Vol. 5). Argentina: Paidós.

BRAAM, R. (2009). *Everything about genes: some results on the dynamics of genomics research*. *Scientometrics*, no 79, 61-77.

CAPUANO, V. (2011). *El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales*. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 2(2), 79-88.

CARRETERO, M. (1993). *Constructivismo. Una óptica para enseñar*. Constructivismo y educación. Zaragoza: Luis Vives.

CEBRIÁN, M. (2003). *Enseñanza virtual para la innovación universitaria* (Vol. 3). Narcea Ediciones.

CIENCIAS, E. B. D. C. (2004). *Naturales y Ciencias Sociales*. Ministerio de Educación Nacional República de Colombia.

COCA, D. M. (2013). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de Física. *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 70(136), 199-224.

DE LEÓN, P. C. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. In *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 209-238). Editorial Marfil.

DEADMAN, J. A., & KELLY, P. J. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics?. *Journal of Biological Education*, 12(1), 7-15.

DÍAZ BARRIGA, F., & HERNÁNDEZ, G. (1997). "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo" una interpretación constructivista. *Capítulo 2 Constructivismo y aprendizaje significativo*.

DISTRITAL SAN SALVADOR, (2017). *Plan de Área Ciencias Naturales*. Planes de Área INEDISSA. Barranquilla, (pp.3 a 10).

DRIVER, R. (1988). *Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum en ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 6, pp. 109-120.

DRIVER, R., GUESNE, E. Y TIBERGHEN, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata/MEC, Madrid, 310 pp.

DUNCAN, R. G., & REISER, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of research in Science Teaching*, 44(7), 938-959.

ESCOBEDO, H., JARAMILLO, R., & BERMÚDEZ, Á. (2004). Enseñanza para la comprensión. *Educere*, 8(27), 529-534.

FERRO, C., & OTERO, A. MC (2009). Ventajas del uso de las TICS en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *Revista electrónica de tecnología educativa*, (29).

FINLEY, F. N., STEWART, J., & YARROCH, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science education*, 66(4), 531-538.

ADÚRIZ-BRAVO, A., & GALAGOVSKY, L. (1997). Modelos científicos y modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales. *Actas de la X Reunión de Educación en Física*.

GARCÍA, M. L., & ORTEGA, J. G. M. (2007). *Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales*. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 6(3), 562-576.

GARDNER, H., & SHULMAN, L. S. (2005). The professions in America today: Crucial but fragile. *Daedalus*, 134(3), 13-18.

GATOR, G.L. (1992). *Teaching genetics in the high school classroom. Teaching genetics: Recommendations and research preceedings of a national conference*, pp. 20-30. Cambridge: Smith M. U. y Simmons, P. E.

GIL PÉREZ, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 069-77.

GÓMEZ, A. (2013). *Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. 2013: Vol.: 31 Núm.: 1

Hackling, M. W., & Treagust, D. (1984). Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 197-209.

HARPER, B., SQUIRES, D., & MCDUGALL, A. (2000). Constructivist simulations: A new design paradigm. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 9(2), 115-130.

HERNANDEZ MARTIN, A., & OLMOS MIGUELANEZ, S. (2011). *Metodologías de aprendizaje colaborativo a través de las tecnologías* (No. 37 370). e-libro, Corp..

ICFES. (2017). *Guía de Orientación – Saber 9°* Recuperado de <http://www2.icfes.gov.co/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/pruebas-saber-3579/guias-de-orientacion-3579/version-actual-de-las-guides-de-orientacion-del-examen-saber-3-5-y-9/3905-guia-de-orientacion-saber-9-2017/file?force-download=1>

ÍÑIGUEZ PORRAS, F. J., & PUIGSERVER OLIVÁN, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (3), pp-307.

JARAMILLO, R., ESCOBEDO, H. & BERMUDEZ, A. (2002). *Enseñanza para la Compresión*. Revista Educación y Cultura. Vol nº 59. Dic 2001-Ene 2002. p 28-34

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2007). Designing argumentation learning environments. In *Argumentation in science education* (pp. 91-115). Springer, Dordrecht.

JIMENEZ CORTES, M. I. *Diseño e implementación de una unidad didáctica interactiva apoyada en tic, para la enseñanza-aprendizaje significativo del tema genética, de ciencias naturales en estudiantes del grado octavo, Institución Educativa José María Vélaz, Medellín* (Disertación doctoral , Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).

JOHNSTONE, A. H., & MAHMOUD, N. A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of biological Education*, 14(2), 163-166.

JORBA, J., & SANMARTÍ, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continúa: Propuestas didácticas para las areas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Ministerio de Educación.

JOSELEVICH, M., CARABALLO, D., CUCCI, G., FANTINI, V., FERRANTE, C., GRAIEB, A., & PRIETO, M. (2015). Ciencias Naturales y TIC: orientaciones para la enseñanza. *Buenos Aires: ANSES*.

KARGBO, D. B., HOBBS, E. D., & ERICKSON, G. L. (1980). Children's beliefs about inherited characteristics. *Journal of Biological Education*, 14(2), 137-146.

KIBUKA-SEBITOSI, E. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of biological education*, 41(2), 56-61.

KINDFIELD, A. C. (1991). Confusing chromosome number and structure: a common student error. *Journal of Biological Education*, 25(3), 193-200.

KLOP, T., & SEVERIENS, S. (2007). *An exploration of attitudes towards modern biotechnology: A study among Dutch secondary school students*. International Journal of Science Education, 29(5), 663-679.

KURT, M. Y. (2001). The effect of a computer simulation activity versus a hands-on activity on product creativity in technology education.

LAWSON, A. E. (1994). *Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 12(2), 165-187.

LEWIS, J., LEACH, J., & WOOD-ROBINSON, C. (2000). All in the genes?—young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74-79.

LINN, M. C. (2002). *Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 20(3), 347-356.

LITWIN, E. (2000). *La educación a distancia. Temas para el debate en una nueva agenda educativa*.

LONGDEN, B. (1982). Genetics—are there inherent learning difficulties?. *Journal of Biological Education*, 16(2), 135-140.

MAGGIO, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Grupo Planeta Spain.

MANDAL, A. (2014). *Gene Expression Mechanism*. Silverthorne Road, London: News Medical Life Sciences. Recuperado de <https://www.news-medical.net/life-sciences/Gene-Expression-Mechanism.aspx>

MARTÍ, A. G., & VILLALBA, M. C. (2003). *TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales. Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (190), 39-44.

MCCLEAN, P. (2011). *A History of Genetics and Genomics* [PDF file]. Recuperado de <https://www.ndsu.edu/pubweb/~mcclean/plsc411/History-of-Genetics-and-Genomics-narrative-and-overheads.pdf>

MATTHEWS, B. Y DAVIES, D. (1999). *Changing children's images of scientists: can teachers make a difference?* *School Science Review*, 80, 79-85.

MEN, M. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*.

MOËNNE, G., VERDI, M., & SEPÚLVEDA, E. (2004). *Enseñanza de las ciencias con uso de TIC en escuelas urbano marginales de bajo rendimiento escolar*. IX Taller Internacional de Software Educativo, Santiago, Chile, 2014.

MONEREO, C., & FUENTES, M. (2005). *Aprender a buscar y seleccionar en Internet*. Internet y competencias básicas, 27-50.

NÚÑEZ DELGADO, M. P. (2000). Un aspecto básico para la didáctica de la lengua oral: el papel del lenguaje en la comunicación didáctica.

PASHLEY, M. (1994). A chromosome model. *Journal of Biological Education*, 28(3), 157-161.

PERKINS, D., BLYTHE, T., BRAINTREE, E., NEWTON, E., & SUDBURY, E. (1994). *Ante todo la comprensión*. *Educational Leadership*, 51(5), 4-7.

PERKINS, D. (1999). *La enseñanza para la comprensión: guía para el docente (Vol. 5)*. Argentina: Ed. Paidós.

PERKINS, D. N. “*Epistemic Games*”, en S. Ohlsson (comp.): *Learning and Instruction* en prensa. Perkins, D. N.: “*The Hidden Order of Open-Ended Thinking*”, en J. Edwards (comp.): *Thinking: International Interdisciplinary Perspectives*, Victoria, Australia, Hawker Brownlow, (1994).

PATÍÑO, S. (2012). *La enseñanza para la comprensión (epc): propuesta metodológica centrada en el aprendizaje del estudiante*. Revista Humanizarte, 5(8), 1-10.

POGRÉ, P. (2001). Enseñanza para la comprensión. Un marco para innovar en la intervención didáctica. AGUERRONDO, Inés et al. *Escuelas del futuro II: cómo planifican las escuelas que innovan*. Buenos Aires: Papers.

PORLÁN, R., & RIVERO, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de deficiencias. Sevilla: Diada Editora.

POZO, J. I., & CRESPO, M. Á. G. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.

PROAÑO, G. (2009). *Enseñar a aprender y ayudar a comprender* (Master's thesis, Universidad del Azuay).

RADFORD, A., & BIRD-STEWART, J. A. (1982). Teaching genetics in schools. *Journal of Biological Education*, 16(3), 177-180.

RAMOROGO, G., & WOOD-ROBINSON, C. (1995). Botswana1 children's understanding of biological inheritance. *Journal of Biological Education*, 29(1), 60-71.

RIGO LEMINI, M. A. (2008). Constructivismo educativo, actividad y evaluación del docente: relato de algunas posibles incongruencias. *Reencuentro*, (53).

RIVERA MICHELENA, N. (2002). Proceso enseñanza aprendizaje: Lecturas seleccionadas. *Material de estudio de la Maestría de Educación Médica*. La Habana.

- RODRÍGUEZ, A. B. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(3), 379-385.
- RODRÍGUEZ AROCHO, W. (1998). *La Revolución Cognoscitiva: Ajuste de cuentas frente al nuevo milenio*. Revista Peruana De Psicología, 2, 23-28.
- ROTBAIN, Y., MARBACH-AD, G., & STAVY, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500-529.
- SANMARTÍ PUIG, N., & IZQUIERDO AYMERICH, M. (1997). Reflexiones en torno a un Modelo de Ciencia Escolar. *Revista Investigación en la Escuela*, (32), 51-62.
- SANMARTÍ, N. (2002). La secuenciación de contenidos de ciencias en la "nueva" ESO. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9(33), 28-36.
- SMITH, M. U., & GOOD, R. (1984). Problem solving and classical genetics: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(9), 895-912.
- SMITH, J. M. (1988). Evolution and the Theory of Games. In *Did Darwin Get It Right?* (pp. 202-215). Springer, Boston, MA.
- SMITH, M. U., & SIMS, O. S. (1992). Cognitive development, genetics problem solving, and genetics instruction: A critical review. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 701-713.
- SOTO, C. F., SENRA, A. I. M., & NEIRA, M. D. C. O. (2009). *Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles*. Universidad de las Islas Baleares, Grupo de Tecnología Educativa, Departamento de Ciencias de la Educación.
- STEWART, J. H. (1982). Difficulties experienced by high school students when learning basic Mendelian genetics. *The American Biology Teacher*, 44(2), 80-89.

STEWART, J., & DALE, M. (1990). Students' alternate views of meiosis. *The American Biology Teacher*, 52(4), 228-232.

STEWART, J., & KIRK, J. V. (1990). Understanding and problem-solving in classical genetics. *International Journal of Science Education*, 12(5), 575-588.

STONE WISKE, M., SICK, M., & WIRSIG, S. (2001). New technologies to support teaching for understanding. *International Journal Of Educational Research*, 35(5), 483-501. [http://dx.doi.org/10.1016/s0883-0355\(02\)00005-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0883-0355(02)00005-8)

STONE WISKE, M. (1999). La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica. Editorial Mc Graw Hill.

Study of principles of genetics. (2005). Rajendranagar Hyderabad. Retrieved from http://ftp://vm-lux.embl.de/users/lercher/Ka/Orr2005NRG_adaptation.pdf

RODRÍGUEZ AROCHO, W. (1998). *La Revolución Cognoscitiva: Ajuste de cuentas frente al nuevo milenio*. Revista Peruana De Psicología, 2, 23-28.

TORTOSA, M. (2013). Aprendizaje de alumnado de secundaria en una indagación guiada acerca de las disoluciones reguladoras de pH utilizando sensores y equipos de captación automática de datos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1).

TSUI, C-Y. y TREAGUST, D. (2010). *Evaluating secondary students scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument*. *International Journal of Science Education*, no 32, 1073-1089. DOI: 10.1080/09500690902951429.

VALEIRAS, N., & MENESES VILLAGRÁ, J. (2005). *Modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias en línea*. Enseñanza de las Ciencias, (Extra).

VALEIRAS ESTEBAN, B. N. (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Burgos.

VALLEJO, A. P., & MONTES, A. H. (2010). Integración de las TIC en la asignatura de Tecnología de Educación Secundaria. *Píxel-Bit. Revista de medios y educación*, (37), 225-337.

VENVILLE, G. y DONOVAN, J. (2007). *Developing Year 2 Students' Theory of Biology with Concepts of the Gene and DNA*. International Journal of Science Education, no 29, 1111-1131. DOI: 10.1080/09500690600931079.

WOOD-ROBINSON, C., LEWIS, J., LEACH, J., & DRIVER, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 043-61.

YILMAZ, D., TEKKAYA, C. y SUNGUR, S. (2011). *The comparative effects of prediction/discussion-based learning cycle, conceptual change text, and traditional instructions on student understanding of genetics*. International Journal of Science Education, no 33, 607-628. DOI: 10.1080/09500691003657758.

12. Anexos

ANEXO 1 “GUÍA REPLICACION TRANSCRIPCION Y TRADUCCION”

GUÍA DE REPLICACIÓN, TRANSCRIPCIÓN Y TRADUCCIÓN

INTEGRANTES: _____ FECHA: _____

OBJETIVOS:

1. Contribuir a que los estudiantes comprendan y manejen los conceptos básicos acerca del proceso de replicación, transcripción y traducción.
2. Diferenciar y establecer paralelos entre los procesos de replicación, transcripción y traducción.
3. Comprender la acción de las enzimas que interactúan en la síntesis de ADN al ARN, para su pertinente traducción.

LECTURA # 1

HOMBRES Y MUJERES son tan parecidos, pero a la vez tan diferentes. Las diferencias físicas entre hombres y mujeres son obvias, pero durante mucho tiempo, los biólogos tenían sólo vagas ideas acerca de las bases genéticas de esas diferencias. Hace menos de un siglo que Theophilus Painter descubrió el cromosoma Y. Varias décadas transcurrieron antes de que se aceptara de manera general el cromosoma Y determina la naturaleza masculina de los hombres y de otros mamíferos. Pero, ¿cómo?

Una hipótesis sería que los genes en el cromosoma Y codifican la información de los genitales masculinos, de manera que fue posible predecir que cualquiera que tuviera un cromosoma Y tendría testículos y un pene. Pero los hombres también tienen todos los otros cromosomas que tienen las mujeres (aunque los hombres tienen un solo cromosoma X, en vez de los dos que tiene la mujer). ¿Por qué entonces los niños no desarrollan genitales masculinos y femeninos?

Más aun, la mayoría de los genes necesarios para producir las características sexuales masculinas, incluida los genitales, no están en el cromosoma Y. Las niñas poseen estos genes, entonces, ¿por qué no desarrollan genitales masculinos y femeninos? En los varones, la acción de un solo gen localizado en el cromosoma Y activa el desarrollo masculino y desactiva el femenino. Sin este gen todos seríamos seres físicamente femeninos. ¿Cómo es posible que un solo gen determine algo tan complejo como el sexo de un ser humano? En esta unidad estudiaremos el flujo de la información de los genes de un organismo a sus características físicas. Así como la información de un libro permanece oculta hasta que alguien lo abre o lee el texto, así también la información en los genes se utiliza o no en diferentes organismos, en las diversas células de un organismo individual y varias veces durante la vida de éste.

El ADN da las instrucciones para la fabricación de las proteínas mediante intermediarios de ARN.

El ADN en una célula eucarionte se aloja al interior del núcleo celular, pero la maquinaria para expresar dicha información se lleva a cabo en

Comparación entre ADN y ARN		
	ADN	ARN
Cadenas	2	1
Azúcar	Desoxirribosa	Ribosa
Bases nitrogenadas	A, T, G, C	A, U, G, C
Función	Contiene genes; en la mayoría de estos la secuencia de bases determina la secuencia de aminoácidos de una proteína.	ARN mensajero (ARNm): Lleva el código de un gen codificador de proteína del ADN a los ribosomas. ARN ribosómico (ARNr): Se combina con proteínas para formar ribosomas, que son las estructuras donde se enlazan aminoácidos para formar proteínas. ARN de transferencia (ARNt) Llevan los aminoácidos a los ribosomas.

los ribosomas que se encuentran en el citoplasma. Ante tal situación, es imposible que el ADN dirija directamente la síntesis de proteínas. Entonces, debe haber un mediador que lleve la información desde el núcleo hacia los ribosomas del citoplasma. Esta molécula es el ácido ribonucleico.

El ARN es similar al ADN, pero difiere estructuralmente en tres aspectos:

- El ARN está constituido por una sola cadena.
- El azúcar que presenta el ARN se llama ribosa.
- En el ARN la base nitrogenada TIMINA es reemplazada por URACILO.

El ADN codifica la síntesis de tres tipos principales de ARN: el ARN mensajero (ARNm), el ARN ribosómico (ARNr) y el ARN de transferencia (ARNt). Todas estas moléculas participan en la traducción de la secuencia de nucleótidos de los genes en secuencias de aminoácidos de las proteínas.

Flujo de la información genética del ADN a la proteína



Figura 1. La información fluye en una única dirección del ADN a las proteínas, pero hay excepciones, como es el caso de la transcripción de ADN a partir de ARN.

- La información del ADN se utiliza para dirigir la síntesis de proteínas mediante un proceso que ocurre en dos etapas:

1. Durante la síntesis de ARN, o transcripción, la información contenida en el ADN de un gen específico se copia en el ARN mensajero (ARNm), ARN de transferencia (ARNt) o ARN ribosómico (ARNr). Así que un gen es un segmento de ADN que puede ser copiado, o transcrito en ARN. La transcripción es catalizada por la enzima llamada ARN polimerasa. En células eucariontes, la transcripción ocurre a nivel nuclear.

2. La secuencia de nucleótidos del ARNm codifica la secuencia de aminoácidos de una proteína. Durante la síntesis de proteínas, o traducción esta secuencia de nucleótidos de ARNm se decodifica. El ARN ribosómico se combina con docenas de proteínas para formar una estructura compleja llamada ribosoma. Las moléculas de ARNt llevan aminoácidos individuales al ribosoma. El ARN mensajero se enlaza con el ribosoma, donde el apareamiento de bases entre el ARNm y el ARN de transferencia convierte la secuencia de nucleótidos de ARNm en la secuencia de aminoácidos de la proteína. En células eucariontes, los ribosomas se encuentran en el citoplasma, de manera que la traducción ocurre también ahí.

Es fácil confundir los términos transcripción y traducción. Comparar sus acepciones comunes con los significados biológicos ayudará a comprender la diferencia. En el lenguaje cotidiano,

Procesos que intervienen en el uso y la herencia de la información genética.			
Proceso	Información para el proceso	Producto	Enzima o estructura principal que interviene en el proceso
Transcripción	Segmentos cortos de una cadena de ADN	Una molécula de ARN (ARNm, ARNr, ARNt)	ARN polimerasa
Traducción	ARNm	Una molécula de proteína	Ribosomas (también se necesita de ARNt)
Replicación	Ambas cadenas de ADN en su totalidad	Dos moléculas de ADN (cada una con una cadena parental y una hija)	ADN polimerasa

transcribir significa hacer una copia escrita de algún texto, casi siempre en el mismo idioma. En un corte, por ejemplo, el testimonio verbal se transcribe a una copia escrita, y tanto las declaraciones del testigo, como las transcripciones están en el mismo idioma. En biología, transcripción es el proceso de copiar información de ADN en ARN usando el “lenguaje” común de los nucleótidos. En contraste, el término traducción significa comúnmente la acción y efecto de convertir palabras de un lenguaje a otro diferente. De manera similar, en biología, traducción significa convertir la información del “lenguaje de los nucleótidos” del ARN al “lenguaje de los aminoácidos” de las proteínas.

El código genético utiliza tres bases para especificar un aminoácido

El código genético traduce la secuencia de bases de ácidos nucleicos en la secuencia de aminoácidos de las proteínas. Pero, ¿qué combinaciones de bases representan a tales aminoácidos? Tanto el ADN como el ARN contienen cuatro bases diferentes: A, T (o U en el ARN), G y C. sin embargo, las proteínas se componen de 20 aminoácidos diferentes. Por consiguiente, una sola base no puede ser el código de un único aminoácido, simplemente porque no hay suficientes bases distintas.

El código genético depende de una secuencia corta de bases para codificar cada aminoácido. Si una secuencia de dos bases fuera el código de un aminoácido, habría 16 combinaciones posibles, que tampoco son suficientes para representar los 20 aminoácidos. En cambio, una secuencia de 3 bases da 64 combinaciones posibles, lo que es más que suficiente. En el supuesto de que la naturaleza funciona de la forma que resulta más económica los biólogos formularon la hipótesis de que el código genético debe ser un código de tripletes: tres bases especifican un solo aminoácido. Francis Crick y tres colaboradores, demostraron en el año 1961 que esta hipótesis era correcta.

SEGUNDA BASE										
		U		C		A		G		
PRIMERA BASE	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	UGA	Stop	A
		UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Stop	UGG	Trp	G
	C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C
		CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G
	A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
		AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C
		AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A
		AUG	Met, Start	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G
	G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
		GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C
		GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A
		GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G
TERCERA BASE										

Puesto que el código genético se descifró usando ARNm artificiales, el código suele escribirse en término de los tripletes de bases del ARNm (y no en términos del ADN) que codifica cada aminoácido. Estos tripletes del ARNm se llaman codones.

¿Cómo se transcribe la información del gen al ARN?

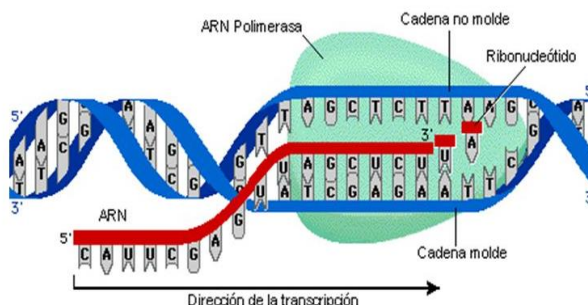
TRANSCRIPCIÓN DEL ARN

Se sintetiza una hebra de RNA complementaria a una cadena molde de DNA.

Podemos ver la transcripción como un proceso que consta de tres etapas:

1. Iniciación
2. Alargamiento
3. Terminación

La transcripción se inicia cuando la ARN polimerasa se une al promotor de un gen.



Para que la ARN polimerasa se una al promotor de un gen, deben actuar previamente enzimas como la girasa y la helicasa, las cuales desenrollan y rompen los puentes de hidrógenos de las cadenas complementarias respectivamente.

La enzima ARN polimerasa sintetiza el ARN. Para comenzar la transcripción, la ARN polimerasa debe localizar en primer término la parte inicial de un gen. Cerca del inicio de cada gen hay un segmento de ADN sin transcribir llamado promotor.

En células eucariontes un promotor consta de dos regiones principales:

1. Una secuencia corta de bases, a menudo **TATAAAA** que se une a la ARN polimerasa.
2. Una o más secuencias llamadas sitio de unión del factor de transcripción.

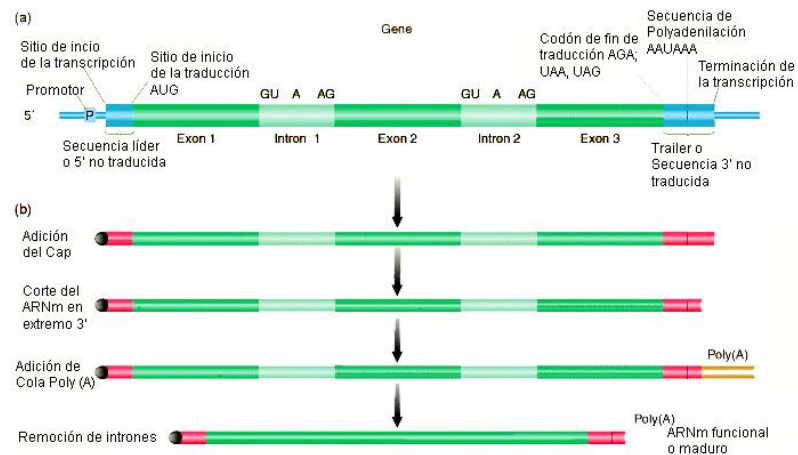
El sitio de inicio para comenzar la transcripción está constituido por la secuencia de tres nucleótidos: **TAC**.

Una vez que el factor de transcripción se ha unido a una región cercana del gen, la enzima ARN polimerasa inicia la lectura del ADN y la síntesis del ARN complementario. La ARN polimerasa comienza la síntesis de ARN a partir de la lectura de la secuencia **TAC** y finaliza al llegar a una secuencia de término, conformada por uno de los siguientes trinucleótidos (codones): **ATT, ACT o ATC**.

Maduración de los ARN mensajeros

En los eucariontes, los genes que codifican las proteínas necesarias para una ruta metabólica no están agrupados como lo están en los procariontes, pero podrían estar dispersos entre varios cromosomas. Además cada gen eucariótico, por lo general se compone de nucleótidos que codifican una proteína, interrumpidos por otras secuencias de nucleótidos no se traducen en proteínas. segmentos que codifican se llaman exones y los segmentos no codificadores llaman intrones.

La transcripción de un gen eucariótico produce una cadena muy larga de pre ARNm, que comienza antes primer exón y termina después del último. Más nucleótidos se agregan al inicio y al final de la molécula de pre ARNm formando un "capuchón" y una "cola". Estos nucleótidos ayudaran a desplazar el ARNm a través de la envoltura nuclear hacia el citoplasma, para unir el ARNm con un ribosoma, y evitar que las enzimas celulares rompan las moléculas de ARN mensajero antes de que se traduzca. Por último para convertir esta molécula de pre ARNm en ARNm maduro, las enzimas en el núcleo cortan de forma precisa la molécula de pre ARNm en las uniones entre intrones y exones, empalman los exones que codifican proteínas y desechan los intrones (a este proceso se le conoce como splicing).



Síntesis de proteínas

Todo el ARN se produce por transcripción del ADN, pero sólo el ARN maduro contiene el código de las secuencias

de aminoácidos de una proteína. Las moléculas ARNm maduro abandonan el núcleo y entran el citoplasma a través de los poros de la envoltura nuclear. En el citoplasma el ARNm maduro se une a los ribosomas los cuales sintetizaran una proteína especificada por la secuencia de bases del ARNm. El gen, por sí solo, permanece a salvo almacenado en el núcleo, como un documento valioso de una biblioteca, mientras que el ARNm como si fuera una “fotocopia molecular”, lleva la información al citoplasma para que se utilice en la síntesis de proteína.

Los ribosomas son el sitio donde se efectúa la traducción. Éstos son estructuras compuestas, que contienen ARNr y muchas proteínas diferentes. Cada ribosoma se compone de dos subunidades: una grande y una pequeña. La subunidad menor tiene un sitio de unión para la molécula de ARNm, una molécula de ARNt y varias proteínas, que en conjunto constituyen el “complejo de iniciación”. La subunidad mayor presenta dos sitios de unión (el P y el A) para dos moléculas de ARNt y un sitio catalítico para unir los aminoácidos adheridos a la molécula de ARNt.

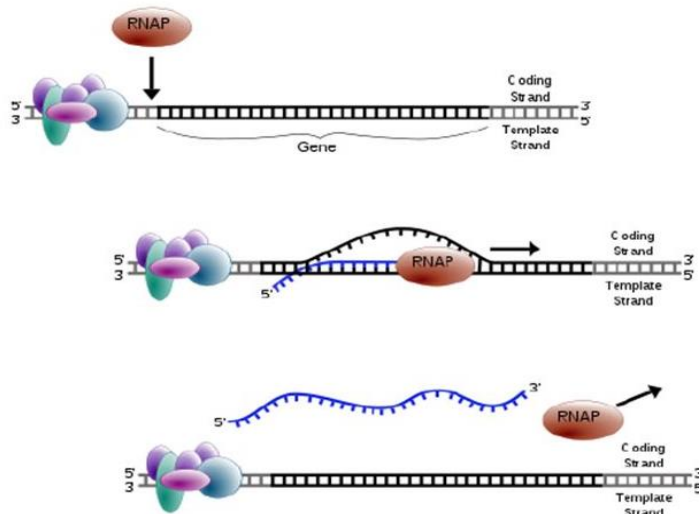
La entrega de los aminoácidos adecuados al ribosoma para la síntesis proteica depende de la actividad de los ARNt. La capacidad del ARNt para entregar el aminoácido correcto depende de un apareamiento de bases específico entre el ARNt y el ARNm. Cada ARNt tiene 3 bases expuestas, conocidas como anticodón, que forman pares de bases con el codón del ARNm. La traducción consta de tres etapas:

1. Iniciación
2. Alargamiento
3. Terminación

Iniciación: El primer codón AUG de una secuencia de ARNm eucariótico especifica el punto de inicio de la traducción. Como el codón AUG codifica para el aminoácido metionina, todas las proteínas recién sintetizadas comienzan con este aminoácido.

- a) Un ARNt con un aminoácido metionina unido a él se enlaza con el codón de inicio del ARNm, el cual se encuentra unido a la subunidad ribosómica menor y forman el complejo de iniciación.
- b) El complejo de iniciación está listo para iniciar la síntesis de la proteína. El anticodón del ARNt (UAC), unido a la metionina forma pares de bases con el codón de inicio (AUG) del ARNm.

- c) La subunidad ribosómica mayor se une con la subunidad menor. El ARNt de metionina se une con el primer sitio del ARNt (P) de la subunidad mayor.



Alargamiento: El ribosoma ensamblado abarca alrededor de 30 nucleótidos del ARNm y mantiene dos codones del ARNm alineados con los dos sitios de unión P y A. Un segundo ARNt con un anticodón complementario al segundo codón del ARNm, se desplaza al segundo sitio A de unión del ARNt de la subunidad mayor. Los aminoácidos sujetos a los dos ARNt están uno junto al otro. El sitio catalítico de la subunidad mayor rompe el enlace que mantiene unido el primer aminoácido a su ARNt y forma un enlace peptídico entre este aminoácido y el que está unido al segundo ARNt.

Después de que se forma el primer enlace peptídico el primer ARNt queda sin aminoácido. El ribosoma libera el ARNt “vacío” y se desplaza al segundo codón de la molécula de ARNm.

Terminación: Un codón de terminación en la molécula de ARNm indica al ribosoma que debe terminar la síntesis

de proteína. Los codones de terminación no se unen al ARNt. En presencia de unas proteínas el ribosoma libera el péptido sintetizado degradándose el complejo en la subunidad mayor y menor.

ANEXO 2: HOJA DE ACTIVIDADES GUÍA 1

INTEGRANTES: _____ FECHA: _____

HOJA DE ACTIVIDADES

- 1- En base a la **hebra molde**, debes **REPLICAR** la nueva hebra de ADN. Para esto debes considerar cuales son las bases nitrogenadas complementarias.

^ g

- 2- **TRANSCRIBE** la **hebra molde**, para formar una molécula de **ARNm**.

^ g

- 3- ¿Cuántos **CODONES** tiene la hebra de ARNm formado?

- 4- **TRADUCE** la molécula de ARNm formado. Para esto debes utilizar la tabla que se encuentra en la guía.

^ g

- 5- ¿Cuántos aminoácidos tiene el péptido formado?

- 6- Si el mensaje del ADN es TTA CGG CCG ATA. Cuáles deben ser los codones en el ARNm.

- 7- Sobre la base del video que se presenta a continuación y con la ayuda de la bibliografía de referencia y la información que busquen en internet, respondan las siguientes preguntas:

a) Video sobre el proceso de duplicación del ADN: La replicación del ADN (<https://youtu.be/T-g-GO-kehU>)

b) ¿Cuáles son las enzimas que participan en el proceso de duplicación del ADN? ¿Qué función cumple cada una?

c) ¿En qué lugar de la célula ocurre el proceso de duplicación? ¿Cuál es su producto?

d) ¿Cuál es la causa de la mutación ocurrida en la duplicación que muestra el video? ¿Cuál es la definición de mutación? ¿Todas las mutaciones se originan de esta manera?

- 8- Escribe la secuencia de aminoácidos que se puede originar a partir del ARNm siguiente (considera el primer codón de dicha secuencia de ARNm como el triplete que codifica al primer aminoácido de la cadena).

5'GAGCGUGGGAGUAGCUUUUAUGUC3'

Si el U que está en rojo se cambiara por una C:

¿Cómo se llamaría ese proceso? ¿Tendría consecuencias para la célula? Explícalo.

¿Qué ocurriría si desapareciese la base señalada? ¿Cómo se llamaría a ese proceso?

- 9- Basándose en lo trabajado, redacten un ensayo (de no más de una página) que describa y explique el proceso de duplicación.

El texto debe incorporar los siguientes conceptos clave: duplicación, replicación, doble cadena, horquilla de replicación, enzimas participantes (polimerasas, ligasas, helicasas), nucleótidos, núcleo celular, mutaciones, origen de replicación, cadena adelantada, cadena retrasada,

fragmentos de Okazaki. **(Este texto será socializado con sus compañeros la próxima clase)**

- 10- ¿Qué es la ARN polimerasa y qué función cumple en el proceso de transcripción?
- 11- ¿Por qué la cadena de ARN producto del proceso de transcripción no es idéntica a ninguna de las cadenas de ADN que constituyen el molde a partir del cual se desarrolla el proceso? ¿Qué relación tiene esto con las bases nitrogenadas que constituyen el ADN y el ARN?
- 12- ¿Sería posible decir que los procesos de duplicación y replicación son análogos? ¿Por qué?
- 13- ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias que observaste entre los procesos de duplicación y replicación?

DESCIFRA EL CODON

Instrucciones

Decodifica el ADN para ver sus efectos

En grupo de 3 estudiantes, realiza la siguiente guía

Integrantes:

^ g

Precaución! Esto se puede poner feo si no haces cada paso en el orden que se pide!

1. Transcribe tu secuencia de RNA mensajero

En la hoja de trabajo, lee la **hebra plantilla** de ADN para completar la secuencia de ARN complementaria en los cuadros. Utilízalos para alinear las bases del ARN con las del ADN.

El ARN es un poco diferente del ADN:

1. Presenta azúcar ribose y no desoxiribosa en su backbone.
2. Presenta Uracilo (**U**) en vez de Timina (**T**).

Pares:	Hebra de ADN	Adenina	Timina	Citosina	Guanina
	Complemento ARN	Uracilo	Adenina	Guanina	Cytosina

Donde veas un cuadro en blanco:

Este es un comodín; puedes escoger qué base del ADN vas a colocar. De esta forma, cada uno de ustedes tendrá secuencias ADN un poco diferente para trabajar.

2. Encontrar el Gen Inicial

El ribosoma identifica el inicio del gen buscando una secuencia **START (AUG)**. Lee tu ARNm hasta que encuentres esta tripleta de bases y enciérrala.

Cada tripleta de bases se llama **codón**.

3. Traducir el código en aminoácidos.

Usando la hoja de códigos, traduce los codones uno por uno. Escribe cada aminoácido en la línea "**Proteína**" alineada a cada codón.

Comienza con el codón START, el cual también codifica para Met (Metionina). Todas las proteínas humanas están hechas con el aminoácido **Met** de primero por esta razón.

Encierra las siguientes tres bases después del codón de inicio. Utiliza la hoja de códigos para decodificarlos, y escríbelos en la línea "**Proteína**". Sigue realizando este proceso hasta que encuentres el codón **STOP**.

DESCIFRA EL CODON

Decodifica el ADN para ver sus efectos

HOJA DE TRABAJO

A	U	
G	C	
A	U	
T	A	
C	G	
C	G	
T		
A		
C		
C		
G		
T		
T		
C		
T		
A		
T		
A		
G		
C		
T		
T		
A		
G		
G		
A		
G		
T		
T		
C		
A		
C		
C		
G		
A		
T		
T		
A		
G		
A		
C		
T		
T		
T		
ADN	ARNm	PROTEINA

DESCIFRA EL CODON

HOJA DE TRABAJO

Decodifica el ADN para ver sus efectos

Para decodificar el ARNm, debes organizar las bases en tripletas (**codones**). Sabrás cuando iniciar al encontrar el codón **START**.

Toma tres bases al tiempo para decodificarlas. Detente cuando encuentres un codón **STOP**.

[^]g

Nombres de los aminoácidos:

Ala = Alanina	Gln = Glutamina	Lys = Lysina	Thr = Teonina
Arg = Arginina	Gly = Glycina	Met = Metionina	Trp = Triptofano
Asn = Aspargina	His = Histidina	Phe = Fenilalanina	Tyr = Tirosina
Asp = Aspartato	Ile = Isoleucina	Pro = Prolina	Val = Valina
Cys = Cysteina	Leu = Leucina	Ser = Serina	

¿Qué ocurrió al momento de comparar tus resultados con los de tus compañeros?

¿Por qué crees que sucedió? ¿En la vida real, da ejemplos de dónde puede suceder este fenómeno?